

**THESE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE
(PARIS VI)**

SPECIALITE : BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES TROPICALES

Présentée par

Denis DEPOMMIER

pour obtenir

le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE PARIS VI

Sujet de la thèse :

**STRUCTURE, DYNAMIQUE ET FONCTIONNEMENT DES PARCS A
FAIDHERBIA ALBIDA (DEL.) A. CHEV.
CARACTERISATION ET INCIDENCE DES FACTEURS BIOPHYSIQUES ET
ANTHROPIQUES SUR L'AMENAGEMENT ET LE DEVENIR DES PARCS DE
DOSSI ET DE WATINOMA, BURKINA FASO**

VOLUME I

Soutenue le 17 octobre 1996, devant le jury composé de :

Monsieur D. COME.....	Examineur
Monsieur J.L. GUILLAUMET.....	Rapporteur
Monsieur P. PELISSIER.....	Examineur
Monsieur R. PELTIER.....	Examineur
Monsieur H. PUIG.....	Examineur
Monsieur B. ROUSSEL.....	Rapporteur

**THESE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE
(PARIS VI)**

SPECIALITE : BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALES TROPICALES

Présentée par

Denis DEPOMMIER

pour obtenir

le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE PARIS VI

Sujet de la thèse :

**STRUCTURE, DYNAMIQUE ET FONCTIONNEMENT DES PARCS A
FAIDHERBIA ALBIDA (DEL.) A. CHEV.
CARACTERISATION ET INCIDENCE DES FACTEURS BIOPHYSIQUES ET
ANTHROPIQUES SUR L'AMENAGEMENT ET LE DEVENIR DES PARCS DE
DOSSI ET DE WATINOMA, BURKINA FASO**

VOLUME I

**INTRODUCTION, PARTIES I A V,
CONCLUSION GENERALE ET BIBLIOGRAPHIE**

SOMMAIRE

VOLUME 1

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : CADRE DE L'ETUDE ET METHODOLOGIE

CHAPITRE 1 : LES CONDITIONS DU MILIEU ET LES HOMMES AU BURKINA FASO	10
1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GRANDS TRAITS DE LA GEOLOGIE :	
ENCLAVEMENT ET UNIFORMITE.....	10
1.1.1. Un relief plan.....	10
1.1.2. L'armature centrale : le socle précambrien	10
1.1.3. La couverture sédimentaire	12
1.2. LE CLIMAT.....	13
1.2.1. Caractères généraux.....	13
1.2.2. Les zones climatiques du Burkina Faso.....	18
1.2.3. La distribution des pluies à Dossi et à Watinoma.....	21
1.3. LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE : UNE DOMINANCE D'ASSOCIATIONS DE SOLS	
SUR GLACIS D'ALTERATION KAOLINITIQUE	22
1.3.1. Les sols ferrugineux tropicaux	24
1.3.2. Les sols minéraux bruts et les sols peu évolués.....	25
1.3.3. Les sols bruns eutrophes et les vertisols	25
1.3.4. Les sols bruns subarides	26
1.3.5. les sols hydromorphes	26
1.3.6. Les sols ferralitiques.....	27
1.4. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET HYDROGEOLOGIE : DES RESSOURCES EN EAU	
TRES LIMITEES	28
1.5. LES DOMAINES PHYTOGEOGRAPHIQUES ET LA FLORE DU BURKINA FASO	29
1.5.1. Le domaine phytogéographique sahélien	29
1.5.2. Le domaine phytogéographique soudanien	31
1.5.3. Communautés végétales et caractéristiques de la flore.....	32
1.6. REGIONS, PAYSAGES AGRAIRES ET SYSTEMES DE PRODUCTION.....	35
1.6.1. La région du Plateau Central	35
1.6.2. La région de l'Ouest	40
1.7. LES SOCIETES TRADITIONNELLES BWA ET MOOSE.....	42
1.7.1. Les Bwa.....	42
1.7.2. Les Moosé	45
1.8. CONCLUSION	47

CHAPITRE 2 : AIRE DE DISTRIBUTION DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> ET PARCS A <i>FAIDHERBIA</i> AU BURKINA FASO.....	48
2.1. PROSPECTION DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> ET INTERPRETATION ECOLOGIQUE DE SA DISTRIBUTION.....	48
2.2. <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> A TRAVERS LES ETUDES GEOGRAPHIQUES, SOCIO-HISTORIQUES ET AGROFORESTIERES	54
2.2.1. Au nord du pays	54
2.2.2. Dans la région centrale du pays	56
2.2.3. Dans les régions sud et est du pays.....	58
2.2.4. Dans l'ouest et le sud-ouest du pays.....	60
2.3. CONCLUSION	
CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE.....	67
3.1. LES CRITERES DE CHOIX DES SITES D'ETUDE.....	67
3.1.1. Représentativité	67
3.1.2. Acquis de la Recherche-Développement.....	68
3.1.3. Accessibilité	68
3.2. APPROCHE ET OUTILS METHODOLOGIQUES.....	69
3.2.1. Enquêtes et discussions informelles	69
3.2.2. Relevés de terrain, cartographie et inventaires floristiques	70
3.2.3. Suivis-évaluations et expérimentations	74
3.3. LE TRAITEMENT DES DONNEES ET L'INTERPRETATION STATISTIQUE.....	77
CHAPITRE 4 : LOCALISATION ET PRESENTATION GENERALE DES SITES D'ETUDE.....	78
4.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DES TERROIRS DE WATINOMA ET DE DOSSI	78
4.2. CONTRASTES DEMOGRAPHIQUES ET FONDEMENTS SOCIO-HISTORIQUES.....	83
4.3. LES TRAITS DOMINANTS DE L'EXPLOITATION AGRICOLE	87
4.4. LA PLACE DES PARCS A <i>FAIDHERBIA</i> DANS LES SYSTEMES AGRAIRES DE DOSSI ET WATINOMA	90

SECONDE PARTIE : DIAGNOSTIC DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA

CHAPITRE 1 : METHODOLOGIE D'ENQUETES	94
1.1. LES ENQUETES DE DOSSI	94
1.1.1. Pré-enquête/Inventaire	94
1.1.2. Enquête agroforestière	95
1.1.3. Enquête de suivi agricole	95
1.2. LES ENQUETES DE WATINOMA	96
1.2.1. Enquête diagnostic	96
1.2.2. Enquête agroforestière	96
1.2.3. Enquête de suivi agricole	96
1.2.4. Enquête agrosylvopastorale	96
CHAPITRE 2 : ORIGINE ET EVOLUTION RECENTE DES PARCS A FAIDHERBIA	98
2.1. HISTORIQUE DES PARCS	98
2.2. INTERPRETATION DES EVOLUTIONS ET TENDANCES ACTUELLES	99
2.3. CONCLUSION	101
CHAPITRE 3 : LES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA	103
3.1. UNE POPULATION AGEE ET MASCULINE	103
3.2. DES COMMUNAUTES AUTOCHTONES STABLES ET HOMOGENES	103
3.3. L'EXPLOITATION AGRICOLE : STRUCTURE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE, ACTIVITES ECONOMIQUES ET CONTRAINTES DE PRODUCTION	105
3.4. CONCLUSION	108
CHAPITRE 4 : STABILITE DU FONCIER, PRATIQUES CULTURALES ET DURABILITE DES SYSTEMES DE CULTURE SOUS PARCS A FAIDHERBIA	109
4.1. PERMANENCE DE L'EXPLOITATION ET MICROPARCELLAIRE	109
4.2. FONCIER ET MODES D'EXPLOITATION DES TERRES SOUS PARC A FAIDHERBIA	111
4.3. VARIATIONS ET TENDANCES ACTUELLES EN MATIERE DE FONCIER ET D'EXPLOITATION	114
4.4. FERTILITE ET AMENAGEMENT DES SOLS : LA PLACE DE FAIDHERBIA ALBIDA	116
4.4.1. Diagnostic de la fertilité des sols	116
4.4.2. Techniques de conservation de l'eau et du sol	116
4.4.3. Quantité, fréquence et distribution de la fumure	119
4.4.4. Le travail du sol	121
4.5. CULTURES, ASSOCIATION ET SUCCESSIONS CULTURALES	124
4.5.1. Distribution des cultures et associations culturales	124
4.5.2. Jachères	128
4.5.3. Successions culturales	129

4.6. LE CALENDRIER AGRICOLE	130
4.6.1. A Dossi	130
4.6.2. A Watinoma.....	133
4.7. CONCLUSION	136
 CHAPITRE 5 : L'ELEVAGE, UNE COMPOSANTE ECONOMIQUE SECONDAIRE, INEGALEMENT INTEGREE A L'EXPLOITATION AGRICOLE.....	 138
5.1. COMPOSITION DES TROUPEAUX ET BUTS DE L'ELEVAGE	138
5.2. LE MODE D'ELEVAGE ET LES MOUVEMENTS SAISONNIERS DES TROUPEAUX.....	141
5.3. CONTRAINTES DE L'ELEVAGE	141
5.4. L'AFFOURAGEMENT DES TROUPEAUX : LA PLACE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> DANS L'ALIMENTATION DU BETAIL	142
5.5. CONCLUSION	144
 CHAPITRE 6 : FONCTIONS ET AMENAGEMENT DES PARCS A FAIDHERBIA : CONNAISSANCES ET PRATIQUES DES EXPLOITANTS.....	 145
6.1. LES USAGES DE FAIDHERBIA ALBIDA ET DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES ASSOCIEES	145
6.1.1. Les principales espèces citées.....	145
6.1.2. Diversité des usages tités des arbres et arbustes des parcs à faidherbia.....	148
6.2. REGENERATION ET EXPLOITATION DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	150
6.2.1. Conservation, enrichissement et élimination de la ressource ligneuse	150
6.2.2. Collecte des fruits et du bois, émondage et écorçage de <i>Faidherbia albida</i>	158
6.3. EVALUATION DE L'EFFET DU FAIDHERBIA SUR LES CULTURES ET LES SOLS PAR LES EXPLOITANTS DES PARCS	166
6.4. CONCLUSION	169

<p align="center">TROISIEME PARTIE : COMPOSITION FLORISTIQUE, STRUCTURE DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA ET CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE L'ESPECE</p>

CHAPITRE 1 : DELIMITATION, REPRESENTATIVITE ET ECHELLE D'ANALYSE DES PEUPELEMENTS ETUDIES	172
1.1. METHODOLOGIE ET CRITERES D'ETUDE	172
1.2. DELIMITATION DES PEUPELEMENTS DE DOSSI	173
1.2.1. Le parc de la dépression périphérique et le parc perché	173
1.2.2. Le parc abandonné	176
1.3. LES PARCS DES HAUTS ET BAS DE VERSANT ET DES BAS-FONDS DE WATINOMA	177
1.4. REPRESENTATIVITE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> A L'ECHELLE DES SURFACES ET DU PARCELLAIRE	179
 CHAPITRE 2 : LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS A FAIDHERBIA	183
2.1. LES PARCS COMPOSITES DE WATINOMA	183
2.1.1. Diversité floristique des bas-fonds et des bas de versant	183
2.1.2. Les parcs à faidherbia, nime et baobab des hauts de versant	185
2.1.3. Variations floristiques du parcellaire en fonction de l'occurrence du faidherbia	185
2.2. LE PARC DE DOSSI ET LA DOMINANCE ABSOLUE DU FAIDHERBIA	187
2.2.1. Sur la dépression périphérique	190
2.2.2. Sur le versant ouest et les collines birrimiennes	192
2.2.3. Sur le versant est	193
2.3. CONCLUSION	193
 CHAPITRE 3 : ORGANISATION SPATIALE ET ANALYSE STRUCTURALE DES PARCS A <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	195
3.1. HETEROGENEITE SPATIALE ET MULTIPLICITE DES FACIÉS DES PARCS A FAIDHERBIA DE WATINOMA	195
3.1.1 Associations et successions floristiques sur bas de versant et bas-fonds	195
3.1.2. Regroupements et alignements sur hauts de versant	198
3.1.3. La part de la strate ligneuse limitrophe dans l'effectif et la structure des parcs	200
3.2. TENDANCE MONOSPECIFIQUE ET HOMOGENEITE DU PARC DE DOSSI	206
3.2.1. La part des jachères dans la composition floristique du parc	206
3.2.2. Régularité de la dispersion spatiale du faidherbia et hétérogénéités locales	211
3.3. LA DENSITE LIGNEUSE ET SES VARIATIONS SELON LE SITE ET LE PARCELLAIRE	211
3.3.1. Des densités à dominance forte en faidherbia sur l'ensemble du parc de Dossi	212
3.3.2. Des densités ligneuses contrastées et faibles en faidherbia sur les parcs de Watinoma	215
3.3.3. Variations de la densité du faidherbia en fonction des caractéristiques humaines et d'aménagement des parcs	217

3.4. DIMENSIONS ET CARACTERISATION DENDROMETRIQUE DES FAIDHERBIAS	224
3.4.1. La circonférence : première interprétation de la dynamique des peuplements.....	224
3.4.2. La hauteur.....	231
3.4.3. La surface du houppier	232
3.4.4. La surface terrière.....	240
3.4.5. Relations allométriques	240
3.5. CONCLUSION	248
 CHAPITRE 4 : PORT ET DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i> ..	250
4.1. MODELE ARCHITECTURAL ET OBSERVATIONS SUR LA DISSYMETRIE DU HOUPPIER	250
4.2. LES STADES DE DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE L'ESPECE A DOSSI ET A WATINOMA	255
4.3. EFFET DU SITE SUR LE DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE L'ESPECE	259
4.4. ORIENTATION CARDINALE ET DISSYMETRIE DU HOUPPIER.....	259
 CHAPITRE 5 : VARIATIONS BIOMETRIQUES ET MORPHOLOGIQUES DES FEUILLES ET FRUITS DE FAIDHERBIA	265
5.1. LES FEUILLES	265
5.2. LES FRUITS	269
5.3. CONCLUSION	274

QUATRIEME PARTIE : ETAT SANITAIRE, DYNAMIQUE ET PHENOLOGIE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>

CHAPITRE 1 : ETAT SANITAIRE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	276
1.1. ETENDUE DES ATTAQUES ET DES DEPERISSEMENTS	276
1.2. PARASITISME ET EPIPHYTES DU <i>FAIDHERBIA</i>	278
1.3. TAUX DE MORTALITE	279
1.4. CONCLUSION	281
 CHAPITRE 2 : DEVENIR DES SEMENCES ET REGENERATION DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	282
2.1. LA PART DES INSECTES SPERMATOPHAGES ET DU BETAIL DANS LA REGENERATION DE L'ESPECE	282
2.1.1. Prédation des graines pa les insectes	282
2.1.2. Prédation, concentration et dispersion des graines par le bétail	285
2.1.3. L'effet "transit intestinal" du bétail sur la germination des semences de <i>faidherbia</i>	294
2.2. REGENERATION DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	298
2.2.1. Echantillonnage et identification préalable des formes de régénération	298
2.2.2. Modes, densités et variation interannuelle et saisonnière de la régénération	303
2.2.3. Variations en fonction du site et des facteurs associés	305
2.2.4. La part du <i>faidherbia</i> dans la régénération ligneuse des parcs	310
2.2.5. Effet des facteurs humains et d'aménagement sur la régénération du <i>faidherbia</i> et des autres espèces	313
2.3. CONCLUSION	318
 CHAPITRE 3 : CROISSANCE ET EVALUATION DE L'AGE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	326
3.1. ACQUIS ET METHODOLOGIE	326
3.1.1. Suivi des rejets de <i>faidherbia</i>	328
3.1.2. Mesure de l'accroissement annuel moyen sur le rayon (AMR)	328
3.1.3. Prélèvement de carottes de bois	329
3.1.4. Evaluation de l'âge de <i>Faidherbia albida</i> par les exploitants	331
3.1.6. Etude et évaluation de l'âge des pivots racinaires des cépées	332
3.2. RESULTATS	332
3.2.1. Vigueur de croissance des rejets et relation avec le pivot racinaire	332
3.2.2. Suivi et croissance des baliveaux	337
3.2.3. Vitesse de croissance des arbres suivis par relevés dendrométriques	341
3.2.4. Lecture des cernes des arbres tariérés	345
3.2.5. Evaluation de l'âge en fonction de la circonférence	346
3.2.6. Accroissement annuel moyen des arbres tariérés	350
3.2.7. Comparaison entre l'âge évalué sur tariérage et l'âge estimé par l'exploitant	353
3.2.8. Correspondance d'âges entre la tige et le pivot racinaire	354
3.3. CONCLUSION	

CHAPITRE 4 : SUIVI PHENOLOGIQUE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	361
4.1. METHODOLOGIE	361
4.2. LA FEUILLAISSON	365
4.2.1. Périodisme et variations interannuelles des cycles de feuillaison et de défeuillaison	365
4.2.3. Effet de l'émondage	378
4.2.4. Effet de la dimension de l'arbre	383
4.2.5. Effet du site	387
4.3. LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION	390
4.3.1. Effet de l'émondage	390
4.3.2. Effet de la dimension de l'arbre	396
4.3.3. Effet du site	401
4.4. SYNCHRONIE DES PHENOPHASES	404
4.5. CONCLUSION	404

CINQUIEME PARTIE : INTERFACES ARBRES-SOLS-CULTURES-BETAIL ET FONCTIONNEMENT DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA
--

CHAPITRE 1 : IDENTIFICATION, CARTOGRAPHIE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS DES PARCS A FAIDHERBIA	410
1.1. LES SOLS DE DOSSI	410
1.2. LES SOLS DE WATINOMA	414
 CHAPITRE 2 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES SOLS	415
2.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES DE SOLS	415
2.1.1. Echantillonnage de sols	415
2.1.2. Méthodes d'analyse	418
2.1.3. Evaluation de l'humidité du sol.....	419
2.2. VARIATIONS TEXTURALES ET HYDRIQUES DES SOLS SOUS PARC A FAIDHERBIA	420
2.2.1. Influence de faidherbia sur la teneur en éléments fins du sol.....	420
2.2.2. Variation de la teneur en éléments grossiers des sols	423
2.2.3. Variation de la teneur en eau des sols.....	425
2.3. EFFET DE L'ARBRE SUR LES CARACTERISTIQUES ORGANIQUES DES SOLS	427
2.4. EFFET DE L'ARBRE SUR L'AZOTE MINERAL	433
2.5. EFFET DE L'ARBRE SUR LE pH.....	434
2.6. EFFET DE L'ARBRE SUR LE PHOSPHORE ET LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU COMPLEXE ABSORBANT.....	439
2.6.1. Variation du phosphore assimilable	439
2.6.2. Variation du potassium	439
2.6.3. Variation des autres éléments	442
2.6.4. Capacité d'échange cationique	442
2.7. EFFETS COMPARATIFS DU FAIDHERBIA ET DU KARITE	447
2.8. CONCLUSION	447
 CHAPITRE 3 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES CULTURES	453
3.1. METHODOLOGIE	453
3.1.1. Evaluation de l'effet de l'arbre sur placettes circulaires.....	453
3.1.2. Etude des facteurs distance à l'arbre, dimension et orientation cardinale	456
3.1.3. Mesures et observations sur les cultures	458
3.1.4. Evaluation de l'effet de faidherbia sur le striga.....	459
3.2. RESULTATS	460
3.2.1. Effet de l'arbre en fonction du site	461
3.2.2. Effet de la dimension de l'arbre	467
3.2.3. Effet de l'orientation cardinale	470
3.2.4. Influence du faidherbia sur <i>Striga hermontica</i>	472
3.3. CONCLUSION	472

CHAPITRE 4 : EMONDAGE, PRODUCTIONS EN FEUILLES, FRUITS ET BOIS.....	478
4.1. SUIVI DE L'EMONDAGE DE <i>FAIDHERBIA ALBIDA</i>	478
4.1.1. Dispositif de suivi.....	478
4.1.2. Modes et intensité des pratiques.....	479
4.1.3. Partie du houppier émondée et accessibilité.....	479
4.1.4. Variation du taux d'émondage en fonction du site.....	481
4.1.5. L'émondage et la dimension de l'arbre.....	481
4.1.6. Fréquence et distribution de l'émondage au cours du temps.....	483
4.2. EVALUATION DE LA BIOMASSE FEUILLEE ET REPONSE DE L'ARBRE A L'EMONDAGE TOTAL.....	485
4.2.1. Dispositif expérimental.....	485
4.2.2. Variabilité des productions feuillées.....	486
4.2.3. Part ligneuse des rameaux feuillés.....	490
4.2.4. Croissance des rejets et conséquences phénologiques.....	490
4.3. LE BOIS, UN SOUS-PRODUIT INEGALEMENT VALORISE.....	491
4.3.1. Etat de la situation et méthode d'évaluation.....	491
4.3.2. Quantité de bois produite à l'émondage total.....	492
4.4. PRODUCTIONS FRUITIERES.....	494
4.4.1. Dispositif de récolte des fruits.....	494
4.4.2. Variabilité stationnelle, individuelle et intersaisonnière.....	495
4.4.3. Effet de l'émondage sur la production de fruits.....	498
4.5. VALEUR NUTRITIVE DES FEUILLES, RAMEAUX CHLOROPHYLLIENS ET FRUITS.....	498
4.5.1. Echantillonnages, dosages et analyses.....	498
4.5.2. Composition chimique et dégradabilité enzymatique des feuilles, gousses et tiges.....	500
4.6. TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DES FEUILLES, FRUITS ET RAMEAUX CHLOROPHYLLIENS.....	504
4.6.1. Echantillonnage et analyse.....	504
4.6.2. Caractéristiques des compositions minérales.....	505
4.7. CONCLUSION.....	507
CONCLUSION GENERALE.....	512

BIBLIOGRAPHIE

CARTES, ATLAS ET PHOTOGRAPHIES AERIENNES CONSULTES

VOLUME 2

- PHOTOGRAPHIES
- ANNEXES
- LISTE DES CARTES
- LISTE DES FIGURES
- LISTE DES GRAPHIQUES
- LISTE DES TABLEAUX

REMERCIEMENTS

Cette étude sur les parcs à faidherbia s'inscrit, comme toute recherche en agroforesterie, dans un cadre d'activités interdisciplinaires. A ce titre, j'ai bénéficié de multiples et indispensables contributions méthodologiques et scientifiques au cours des trois à quatre années de terrain passées sur les terroirs de Dossi et de Watinoma.

Aussi, je tiens à exprimer tous mes remerciements à ceux qui, de près ou de loin, au Burkina Faso comme en France, m'ont apporté leur aide dans cette tâche.

Mes remerciements s'adressent, en premier lieu, au Burkina Faso, à l'Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale (IRBET), structure nationale avec laquelle le CIRAD-Forêt coopère depuis de nombreuses années et qui a très favorablement soutenu mes travaux en facilitant à tout moment leur organisation et leur aboutissement. Je remercie notamment son Directeur, Jean-Marie OUADBA, le Chef de Département de la Recherche Forestière, Jean Sibiri OUEDRAOGO et les chercheurs de l'IRBET qui ont toujours témoigné de beaucoup d'intérêt et d'encouragements pour cette étude.

Je voudrais par ailleurs exprimer ma gratitude aux autorités coutumières et aux exploitants des terroirs de Dossi et de Watinoma sans lesquels ces travaux n'auraient bien évidemment jamais été initiés ni développés. Leur accueil chaleureux et leur participation toujours très constructive ont véritablement constitué la matière première de cette recherche en "milieu réel".

Ma reconnaissance va tout particulièrement à Pierre KOBIE et au regretté Pierre LOWA, à Dossi, et à Jean-Paul OUEDRAOGO, à Watinoma, qui ont été de toutes les enquêtes, relevés de terrain, mises en place et suivis d'expérimentation.

Je tiens à y associer les techniciens de l'IRBET, notamment Blaise KAMA, François NANDWEOGO et Kodio OUATTARA, qui n'ont jamais ménagé leurs efforts pour collecter des données en toute saison. Ces remerciements s'étendent à Annick KAFANDO qui de mois en mois, week-ends compris, a réalisé la frappe de cette thèse, avec une égale bonne humeur devant les multiples corrections imposées et à Elisabeth MOREAU qui s'est chargée des dernières corrections et de l'édition finale à Montpellier.

En France, Monsieur le Professeur Henri PUIG a bien voulu diriger mes travaux. Depuis son accueil au sein du Laboratoire de Botanique Tropicale (Paris VI) jusqu'à la rédaction de ma thèse, il m'a guidé et appuyé avec beaucoup de disponibilité et de patience. Je l'en remercie très sincèrement.

Parmi tous les appuis fournis par mes collègues du CIRAD, une mention spéciale va à Christelle BERNARD qui a réalisé l'ensemble des cartes sur Système d'Information Géographique (SIG). Je lui suis vivement reconnaissant du temps et de la minutie qu'elle a pris à digitaliser et traiter les données cartographiques des parcs étudiés ; que soient également remerciés Nicolas FAUVET, pour son appui dans cette lourde tâche et Sané OUARO pour son aide dans la réalisation des cartes de situation.

Les analyses pédologiques et celles bromatologiques ont été respectivement faites par les laboratoires d' Agropédologie de l'UR-FCM du CIRAD-CA et de Nutrition animale du CIRAD-EMVT. Au delà de ces analyses, Messieurs Robert OLIVER et Hubert GUERIN ont contribué à l'interprétation des résultats en me faisant bénéficier de leur expérience. Merci à eux.

En matière de traitement statistique des données, l'équipe du Laboratoire de Biométrie du CIRAD-Forêt m'a offert un appui méthodologique précieux. Je remercie en particulier Vincent FREYCON et Louis HOUDE qui tant sur le terrain que derrière leur "écran" ont prodigué leurs conseils et contribué à clarifier les interprétations avec beaucoup de convivialité. Sur place, à Ouagadougou, Kalifa TRAORE a dans le même domaine, toujours répondu à mes appels dès qu'un traitement statistique ou son interprétation posait problème. Je lui exprime ma très vive gratitude.

Je dois également beaucoup à Régis PELTIER et Bernard MALLET, successivement responsables du programme Agroforesterie et Conservation des Sols, pour leur encadrement scientifique et le concours qu'ils m'ont apportés en matière logistique et financière, et à François BESSE pour son appui à l'édition de cette thèse. Cette thèse n'aurait d'ailleurs pu être réalisée sans l'appui et les encouragements continus de la Direction du CIRAD-Forêt que je tiens à remercier ici.

Je ne saurais oublier Hélène LAFORGE qui chaque année s'est chargée avec une égale gentillesse du suivi de mon dossier universitaire, et de toute démarche qu'il était difficile d'entreprendre à partir du Burkina Faso. Je lui adresse du fond du coeur un grand merci.

Que mes collègues de travail à Ouagadougou, Yves NOUVELLET et Olivier ROUPSARD qui m'ont fait part de leurs conseils et commentaires critiques comme de leurs encouragements, reçoivent ici toute ma sympathie.

Enfin, je remercie très vivement les membres du jury ainsi que le coordonnateur Régional du réseau SALWA/ICRAF¹, Edouard BONKOUNGOU, qui ont accepté de consacrer une partie de leur temps à examiner ce travail. L'abondance des résultats obtenus, traités dans un large domaine d'étude, aura certainement rendu leur tâche encore plus difficile. Qu'ils en soient d'autant plus remerciés.

¹ Réseau de recherche en agroforesterie pour la zone semi-aride d'Afrique de l'Ouest, Conseil International pour la Recherche en Agroforesterie.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, comme dans la plupart des pays sahélo-soudaniens, le parc agroforestier est le système de production agricole le plus répandu.

Dans ce pays, densément peuplé, aux ressources naturelles limitées, aux formations forestières et aux sols fortement dégradés, rare est l'espace agricole qui ne porte pas quelques arbres ou arbustes conservés et, plus rarement, plantés. Aménagés en parcs agroforestiers, ils procurent de longue date de multiples produits et services aux exploitants. Ils contribuent également à maintenir l'équilibre et la diversité des milieux et, pour le moins, à réduire les processus de dégradation d'un environnement aujourd'hui très menacé.

Cependant, "malgré la grande importance écologique sociale et économique de ce système de production qui est pratiqué, traditionnellement, depuis de nombreuses générations, les connaissances scientifiques sont limitées et dispersées" (ICRAF, 1994).

La notion-même de "parc agroforestier" à laquelle nous nous référons pour notre étude est assez récente. Les définitions ou compréhensions autour du mot "parc" et le choix d'une terminologie appropriée sont encore discutées.

Les parcs ont d'abord fait référence à un type de formation végétale. La "savane-parc", entre savane et forêt, est définie par MONNIER (1981) comme une formation pyrophyllle "au tapis herbacé épais et continu, piqué d'arbres isolées ou en bouquets". Sa reconnaissance physiognomique révèle fréquemment la dominance d'une espèce qui détermine un "faciès" précise l'auteur. Pour MARCHAL (1980), décrivant les formations végétales soudano-sahéliennes du Burkina Faso, la savane-parc est constituée de "plages claires au milieu desquelles les arbres ressortent éloignés les uns des autres". Il note que sous cette formation, le sol est cultivé et, finalement, assimile la savane-parc cultivée au "parc arboré", les deux formations ayant une même structure ligneuse.

De la même façon, BAUMER (1995) fait se confondre le parc arboré et la "forêt-parc" en un système agroforestier : la forêt-parc est décrite comme une formation dominée par des ligneux de tendance équienne, à densité faible à moyenne, au couvert discontinu, sous lequel se pratiquent l'agriculture et/ou l'élevage. On peut alors distinguer dans les parcs arborés des systèmes sylvopastoraux (arbres-tapis herbacé), agrosylvicoles (arbres-cultures) ou encore agrosylvipastoraux qui intègrent des arbres, des cultures et du bétail, comme c'est le cas du parc à *Faidherbia albida*¹.

Si la dénomination de parc arboré paraît assez explicite -bien que limitative (référence n'est faite qu'aux ligneux)-, par contre, celle de forêt-parc peut sembler moins heureuse en raison du terme forêt qui, pris séparément, désigne une formation de structure bien distincte, aux houppiers jointifs.

¹*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. , synonyme d'*Acacia albida* Del. La première dénomination taxonomique a été ici retenue du fait des caractères distinctifs reconnus par de nombreux auteurs conduisant à disjoindre l'espèce du genre *Acacia* (CTFT, 1988 ; JOLY, 1991).

Pour les géographes qui ont les premiers décrits des parcs arborés, la référence à l'organisation spatiale des paysages agraires et au caractère structurant des arbres est manifeste. "Les parcs peuvent être définis par la présence régulière, systématique des arbres au milieu des champs. Ces arbres forment des peuplements arborés donnant une physionomie particulière au paysage" (SAUTER, 1968), ou encore : "un parc s'exprime par la présence répétitive de certaines essences arborées qui impriment une dominante au paysage d'autant plus évidente qu'elle se développe sur un champ (SEIGNOBOS, 1982).

Plus récemment, RAISON (1988), dans un essai de synthèse sur les parcs en Afrique, les décrit comme le "résultat d'un processus d'évaluation au cours duquel se réalise l'association, à l'intérieur de l'espace régulièrement cultivé², d'éléments naturels (arbres et arbustes conservés, entretenus et améliorés en raison de leur utilité) et de plantes cultivées. Cette définition, dans le "courant agroforestier" est proche de celle du parc agroforestier proposée par l'ICRAF (1994) :

"Un parc agroforestier est un système d'utilisation des terres dans lequel des végétaux ligneux pérennes sont délibérément conservés en association avec les cultures et/ou l'élevage dans un arrangement spatial dispersé et où existent à la fois des interactions écologiques et économiques entre les ligneux et les autres composantes du système".

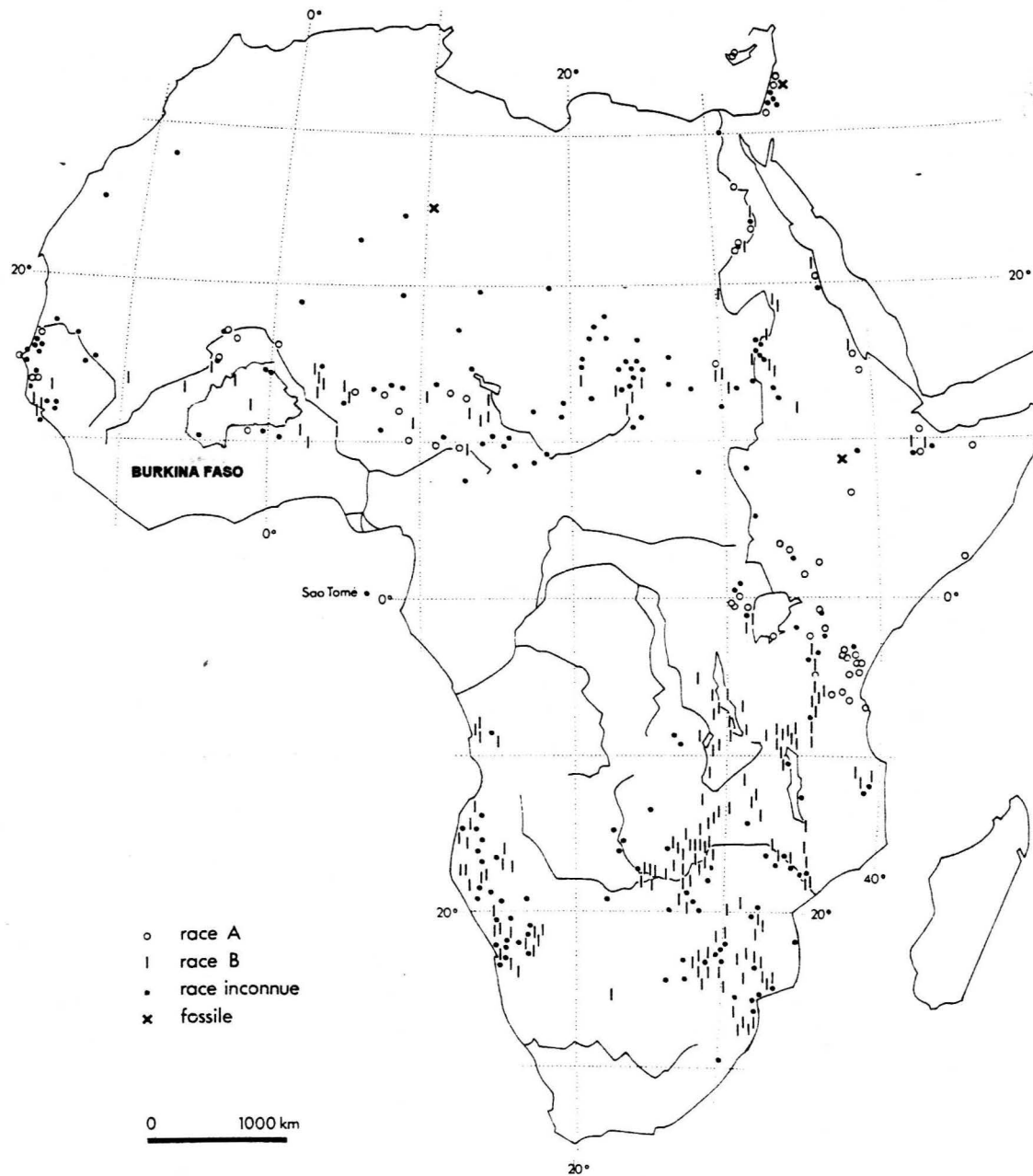
Cette définition qui pourrait être plus concise³ à l'avantage de répondre aux multiples formes et fonctions des parcs agroforestiers. Elle s'applique au parc à *Faidherbia albida* qui est d'un type remarquable, au moins par sa distribution écologique (cf carte 1). En effet, celle-ci couvre une large partie de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, entre les zones saharienne et guinéenne. Elle s'étend à l'Est jusqu'aux hautes terres de l'Ethiopie où le parc à *Faidherbia albida* constitue la base des systèmes agraires de la région de Harare (POSCHEN, 1986).

Mais c'est en Afrique sahélo-soudanienne que les parcs à *faidherbias* sont les mieux représentés et qu'ils ont été les plus étudiés, notamment au Sénégal par PELISSIER (1964) pour qui *Faidherbia albida* est "l'œuvre de paysanneries sédentaires pratiquant avec une égale passion la céréaliculture sous pluie et l'élevage (...). Au delà de sa signification agricole, au delà de sa signification démographique, c'est d'une civilisation toute entière que le parc à *Acacia albida* (et à des degrés divers tous les parcs) est le révélateur" (1980).

²Le caractère régulier de la mise en culture n'est pas vérifié sur tous les parcs tels que ceux nés de défriches récentes et remis en jachère sur des périodes plus ou moins longues.

³Les interactions mentionnées peuvent être considérées comme implicites. Sont-elles nécessairement liées et reconnues comme telles dans les parcs traditionnels, rien n'est moins sûr.

**CARTE 1: REPARTITION CHOROLOGIQUE DE *FAIDHERBIA ALBIDA*
ET DE SES DIFFERENTES RACES**



Source: VASSAL J. et al., 1977, cité par CTFT, 1988

Dès 1964, l'auteur proposait une classification générique des parcs : les parcs "résiduels", les plus rudimentaires, à caractère temporaire, qui sont constitués d'arbres utiles conservés lors du défrichement des brousses ; les parcs "sélectionnés" avec des espèces également conservées à partir de la flore existante mais apparaissent plus structurés et sont aménagés comme des systèmes durables ; enfin les parcs "construits" dont le parc à *faidherbia* est le stade achevé. Ce sont des parcs substitués à la végétation spontanée -donc à caractère artificiel- parmi les plus humanisés et, de fait, permanents.

D'autres auteurs proposeront ultérieurement d'autres typologies telle que celle fonctionnelle de SEIGNOBOS (1982) reconnaissant des dominantes qui pour être occasionnelles, évidentes ou complexes n'en sont pas moins significatives ("parcs de famine, d'appoint alimentaire, vestimentaires, à bois, etc.).

Ces travaux et les nombreuses études actuellement menées sur les parcs agroforestiers devraient permettre à terme d'asseoir une typologie élaborée sur des descripteurs communs aux parcs et satisfaisant l'ensemble des "écoles".

Pour *Faidherbia albida*, l'espèce avait tout d'abord fait l'objet d'études à caractère géographique et parfois ethnologique ou historique dans les années 60. Outre PELISSIER (op. cit.), GALAIS, dans le delta intérieur du Niger (1965) et en pays Dogon au Mali (1967), SAVONNET dans le sud-ouest du Burkina Faso et notamment en pays Bwa (1959, 1962) sur lequel a également travaillé CAPRON (1965 et 1973), IZARD-HERITIER et IZARD (1959) chez les "Mossis du Yatenga" s'étaient plus ou moins intéressés aux parcs à *faidherbia*, à leur origine et à leur place dans l'organisation des sociétés agraires.

Suivront jusqu'au début des années 80 de multiples études de terroirs faisant référence ou décrivant des situations très diverses de parcs à *faidherbia*. Ne s'agissant pas de recherches dévolues à l'espèce, des données sont souvent fragmentaires et ne permettent pas toutes les comparaisons. Ce sont en particulier au Burkina Faso : BENOIT (1972 et 1973), KOLHER (1971), LAHUEC (1980), MARCHAL (1983), PRADEAU (1970), REMY (1967 et 1972), SAVONNET (1970 et 1976) avec une première synthèse à caractère ethnobotanique sur *faidherbia* en ex-Haute Volta par PAGEARD (1971).

Alors qu'au Niger LEMAITRE (1954) avait déjà rassemblé nombre d'informations originales sur l'espèce et ses fonctions pastorales et agronomiques, ce n'est que vers la fin des années 60 que débutent les premières recherches d'agronomie sur *Faidherbia albida*, de pédologie et de foresterie. Ces travaux seront essentiellement centrés sur la station expérimentale de Bambey, au Sénégal.

Si les activités de recherche comme de développement sont à cette époque effectivement très sectorialisées et souvent ignorantes de la diversité et de la richesse des systèmes traditionnels, ainsi que le fait remarquer BONKOUNGOU (1987), il n'empêche que les résultats acquis par le CTFT, l'IRAT, l'IRHO et l'ORSTOM seront à la base de l'intérêt porté à l'espèce par la communauté scientifique. Ils font aujourd'hui toujours référence.

Ce sont notamment : GIFFARD (1964, 1968, 1969, 1971 et 1974), DANCETTE (1968), DANCETTE et POULAIN (1968), CHARREAU et VIDAL⁴ (1965), JUNG (1967, 1970), GAUTREAU (IRHO, 1966), SCOCH (1966), qui mesurent et interprètent les effets de *Faidherbia* sur les sols et les cultures associées, mais aussi sur le microclimat. Les travaux s'étendent également à la sylviculture et la dynamique de l'espèce ainsi qu'à la technologie de son bois ; (des évaluations de volumes assorties de tarifs de cubage ont été réalisées en Afrique de l'Est par KHAN en 1965).

Quelques travaux viendront compléter ceux-là dans des domaines connexes : MARIAUX (1966 et 1979) sur l'interprétation des cernes et la croissance de *Faidherbia*, BOUDET et *al.* (1970 et 1972) sur la composition chimique et la valeur nutritive de cette espèce, fourragère parmi d'autres ligneuses de la zone sahélienne.

La biologie-même de l'espèce a fait l'objet de recherches fondamentales (NONGONIERMA, 1976, 1978) à la suite des premières interprétations ontogénétiques et sémiologiques de LEBRUN (1968), VASSAL (1967, 1971 et 1972), TROCHAIN (1969) et WICKENS (1969).

Dans les années 80, *Faidherbia albida* connaît un regain d'intérêt axé sur l'évaluation de la variabilité génétique et des associations symbiotiques cependant que de multiples projets de développement (agro)-forestiers tentent de réhabiliter l'espèce dont la régression est constatée sur plusieurs parcs (cf. Projet DARA au Burkina Faso, UNSO, 1993 ; Projet Gao, au Niger, ISSA et *al.*, 1982 et MONTAGNE, 1984 ou encore au Sénégal, LOUPPE, 1989).

C'est au Burkina Faso qu'est constituée la plus importante collection de provenances puis de descendances de *Faidherbia albida* dont la stratégie d'amélioration est basée sur les usages de l'espèce (de FRAMONT, 1987, BONKOUNGOU et *al.*, 1988, SANDWIDI, 1988, BILLAND et *al.*, 1991 et 1992).

Des recherches similaires sont alors menées au Cameroun (PELTIER, 1988), au Niger (VANDENBELDT, 1991, TORREKENS et *al.*, 1991) et au Zimbabwe (SNIEZKO, 1987 et 1989), accompagnées d'études plus fondamentales sur la diversité génétique et la biologie de la reproduction de l'espèce (ZEH-NLO, 1989 ; DANTHU et *al.*, 1991 ; JOLY, 1991).

En microbiologie, les travaux de DREYFUS et *al.* (1981), DIANDA (1987) et de LAJUDIE et *al.* (1991) mettent en évidence les conditions d'association symbiotique et d'effectivité de rhizobiums avec *Faidherbia*.

Entre la fin des années 80 et le début des années 90, les recherches sur *Faidherbia albida* s'inscrivent principalement dans le "courant agroforestier" dont l'ICRAF est le promoteur.

⁴Ces deux auteurs mentionnent les toutes premières recherches initiées en 1935, à Bambey, sur l'influence de *Faidherbia albida* sur le rendement de l'arachide.

L'inventaire de systèmes agroforestiers traditionnels élargit la connaissance des parcs à faidherbia : à la Côte d'Ivoire (BERNARD et al., 1994 établissant les premières cartes sur SIG⁵), au Soudan (MIEHE, 1986), à l'Ethiopie (POSCHEN, 1986 ; LAIKE, 1992). En Afrique sahélo-soudanienne, de multiples travaux reprennent sur le fonctionnement des parcs à faidherbia lié aux avantages agronomiques de l'espèce, qui intéressent notamment le Burkina Faso (DEPOMMIER et al., 1992 ; MAIGA, 1987 ; SANON, 1992), le Cameroun (LIBERT, 1990 et 1992 ; OULDA MALAI, 1990), le Malawi (RHOADES, 1993 ; SAKA et al., 1994), le Niger (GEIGER et al., 1994 ; VANDENBELT et al., 1992 et 1994), le Sénégal (LOUPPE, 1989 et 1990) et la Tanzanie (OKORIO, 1992 ; WEIL et al., 1993). Les recherches en matière d'émondage, de productions fourragères et de valeur nutritive des feuilles et fruits de faidherbia sont par contre beaucoup plus ponctuelles (CISSE et al., 1992 ; suite aux premiers travaux de CISSE, 1984 ; DEPOMMIER, 1993 ; DEPOMMIER et al., 1996 ; REED et al., 1992 ; TANNER et al., 1990).

La structure, le fonctionnement et la dynamique des parcs à faidherbia sont également analysés sous l'angle de l'écologie (ALEXANDRE et al., 1992 ; DEPOMMIER, 1996 ; DUNHAM, 1991 ; JANODET, 1990 ; OUEDRAOGO, 1990 et 1994) avec des études approfondies en écophysiologie (ROUPSARD, 1996), phénologie (SINA, 1991) et architecture de l'arbre (STERCK et al., 1991).

Au cours des dix dernières années, les connaissances sur *Faidherbia albida* se sont multipliées, accompagnées de méthodes d'analyse de plus en plus fines mais, paradoxalement, avec une compréhension souvent éloignée des problématiques sociales, économiques et foncières des parcs à faidherbia. Il paraît aujourd'hui indispensable d'analyser en termes d'évolution et de devenir ces parcs qui en l'espace d'une génération se sont souvent beaucoup dégradés (par exemple, au Sénégal, sur le terroir de Sob étudié par LERICOLLAIS, 1970).

Dans ce contexte, les connaissances relatives au fonctionnement et à la dynamique des parcs à faidherbia apparaissent très fragmentaires. Les approches et interprétations sont encore très sectorielles. La seule recherche à caractère exploratoire des relations existant entre les multiples paramètres biophysiques et socio-économiques décrits est fréquemment ignorée. De plus, les critères et méthodes d'évaluation permettent rarement les comparaisons et, à terme, une typologie "objective" de ces parcs.

C'est pourquoi nous avons centré l'objectif de notre travail sur la caractérisation de deux parcs à *Faidherbia albida*. A travers l'identification et l'analyse comparative de l'ensemble des facteurs déterminant la composition floristique, la structure, la dynamique et le fonctionnement de ces systèmes fortement anthropisés, nous nous sommes attachés à évaluer la part relative des facteurs humains et leur impact sur la durabilité des parcs étudiés.

⁵Système d'Information Géographique.

Au préalable, la première partie de notre étude, introductive, présente le cadre de nos recherches et l'approche méthodologique utilisée. Elle esquisse à grands traits les conditions du milieu au Burkina Faso, les paysages agraires des zones concernées et décrit brièvement leurs sociétés traditionnelles. Puis elle fait un état des connaissances sur les parcs à *Faidherbia albida* et de la distribution de l'espèce au Burkina Faso.

Après avoir présenté la logique de notre approche et justifié les critères de choix des sites d'étude, nous dressons la situation générale de ces derniers avec une première appréciation de la place des parcs à *faidherbia* des terroirs de Dossi et de Watinoma.

La seconde partie consiste en une analyse diagnostique des parcs à *faidherbia* de Dossi et de Watinoma. Elle traite des acteurs des parcs, les exploitants, et notamment de leurs contraintes et de leurs stratégies. Elle identifie l'ensemble des pratiques agricoles et pastorales en relation avec l'aménagement de *faidherbia*. Elle donne une première compréhension du fonctionnement des parcs, de ses finalités et de son évolution sur la base des connaissances et du savoir-faire des exploitants.

La composition floristique et la structure des parcs sont analysées dans la troisième partie. L'organisation floristique et structurale des peuplements, leur densité et les dimensions des arbres sont interprétées en fonction des facteurs environnementaux et d'aménagement des parcs. Une étude de l'architecture de l'arbre et des variations morphologiques de ses feuilles et de ses fruits complète cette caractérisation de l'espèce et des parcs qu'elle forme.

La quatrième partie s'intéresse à la dynamique de *Faidherbia albida* et à sa phénologie dont le rythme inverse de sa feuillaison est propre à l'espèce. Les modes et les variations de la régénération y sont relevés, quantifiés et comparés en fonction des conditions du milieu et des facteurs humains et d'aménagement, déterminant la construction et le renouvellement du parc. L'analyse prend en compte l'état sanitaire des arbres, celui de la graine et son devenir en identifiant les principaux facteurs d'élimination et en évaluant l'importance des prédateurs. Nous avons notamment cherché à déterminer le rôle du bétail et de la fumure dans la dissémination et la germination de l'espèce.

L'étude de la croissance de *Faidherbia albida*, basée sur la reconnaissance de classes d'individus constitutifs des parcs, complète l'interprétation de la dynamique des peuplements en relation avec la régénération d'où ils sont issus. Ceci nous a conduit à évaluer la vitesse d'accroissement des arbres, leur âge et à déterminer l'évolution passée et actuelle des parcs.

L'étendue et l'intensité des phases de feuillaison, floraison et fructification y sont analysées en fonction du site, de la dimension de l'arbre et de l'émondage qui a fait l'objet d'un suivi.

La cinquième partie de notre étude, axée sur l'analyse des interfaces arbres-sol-cultures et arbre-bétail, consiste en une série d'expérimentations de terrain à travers lesquelles le fonctionnement des parcs est mesuré et, *in fine*, caractérisé. Y sont évalués et interprétés, d'une part, les effets de l'arbre sur les caractéristiques physiques, organiques et chimiques des sols ainsi que sur celles agronomiques des cultures associées et, d'autre part, l'émondage et ses effets sur les productions en feuilles, fruits et bois de l'espèce.

Un bilan global et comparatif de la structure, de la dynamique et du fonctionnement des parcs étudiés, assorti des perspectives qui s'imposent est établi en conclusion.

**PREMIERE PARTIE :
CADRE DE L'ETUDE
ET
METHODOLOGIE**

CHAPITRE 1 : LES CONDITIONS DU MILIEU ET LES HOMMES AU BURKINA FASO

1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GRANDS TRAITS DE LA GEOLOGIE: ENCLAVEMENT ET UNIFORMITE

Le Burkina Faso est un pays enclavé au coeur de l'Afrique de l'Ouest.

Sa superficie couvre 274 000 km², s'étendant entre 9° 20' et 15° 05' de latitude nord et 2° 03' de longitude est et 5° 20' de longitude ouest.

Le pays est frontalier, au nord, avec le Mali et le Niger et, au sud, avec la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin, pays côtiers de l'Atlantique, par lesquels transitent la plupart des biens importés au Burkina Faso.

1.1.1. Un relief plan

Le relief et sa structure géologique sous-jacente sont au Burkina Faso très homogènes :

"La Haute-Volta est un morceau de la vieille plate-forme mal différenciée qui constitue l'Ouest-africain. Le modelé de son relief est caractérisé par l'uniformité et la planéité" (PALLIER, 1978).

L'altitude moyenne est de 300 m, avec peu de variation sur 85 % de son territoire constituant la plaine centrale et correspondant à la région dite du "Plateau central". Au delà s'élèvent deux plateaux latéraux limités à l'ouest et au sud-ouest par des falaises de grès, et au sud-est, à la frontière avec le Togo et le Bénin. A l'ouest, le Tenkourou culmine à 747 m d'altitude ; le point le plus bas est à 135 m d'altitude, dans le sud-est du pays, l'inclinaison générale de la plaine étant de direction sud.

Cette topographie résulte de deux grands ensembles géographiques : le socle précambrien et la couverture sédimentaire (cf. carte 2).

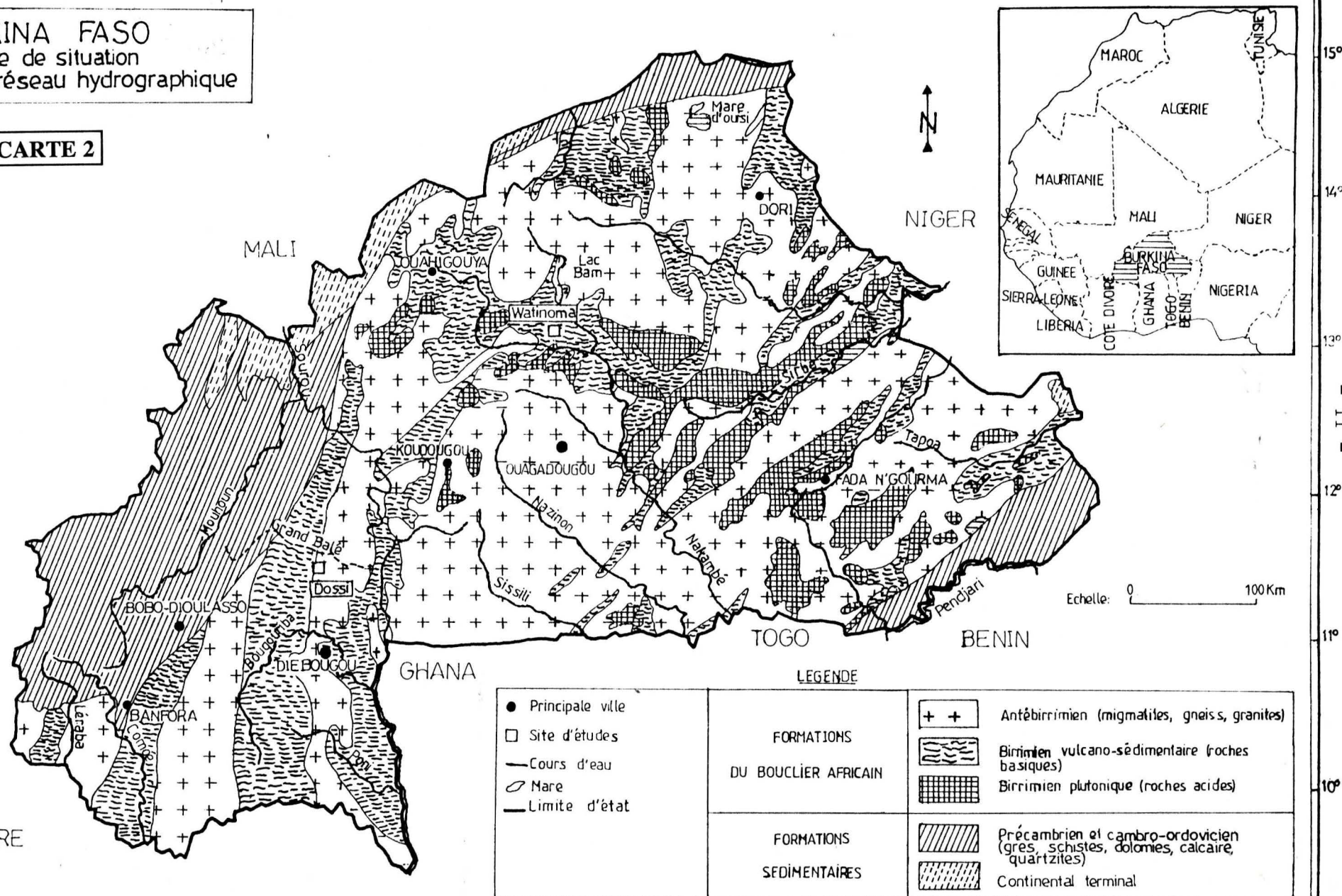
1.1.2. L'armature centrale : le socle précambrien

Il constitue une vaste pénéplaine de 250 à 350 m d'altitude et est composé de deux types de formations :

- les granites archéens ou granito-migmatites qui comprennent des granites intrusifs anciens et des granites post-tectoniques, alcalins ou calco-alcalins, souvent associés au birrimien.

BURKINA FASO
Carte de situation
Géologie et réseau hydrographique

CARTE 2



Les premiers, aujourd'hui recouverts d'altérites ont été cuirassés au tertiaire. Il en a résulté une structure consolidée en plateaux et larges glacis de faible pente, plus ou moins entaillés ultérieurement par l'érosion.

Les seconds apparaissent sous la forme altérée de boules ou chaos granitiques ou encore de dômes et pains de sucre, caractéristiques du relief à inselbergs résultant d'une pénéplanation.

- des roches plus récentes, volcano-sédimentaires, plissées et métamorphisées durant le birrimien. Le birrimien inférieur est constitué de schistes et micashistes. Le birrimien supérieur comprend des roches basiques d'origine volcanique (andésites, amphibolites, quartzites). Ces roches donnent un paysage accidenté et pour le moins collinéen comme c'est le cas à Dossi. Elles forment à travers le pays une ligne de buttes et étroits chainons, plus ou moins continus, s'arcant du sud-ouest au nord-est en passant par le centre-nord.

1.1.3. La couverture sédimentaire

Elle repose sur le socle précambrien, constituée des formations suivantes :

- les formations infra-cambriennes et primaires, qui comprennent elles-mêmes :

- . au nord, les séries sédimentaires de la boucle du Niger, à base de grès et de schistes ;
- . au sud-ouest, un vaste ensemble sédimentaire à base de grès.

- les formations tertiaires argilo-sableuses dites du "Continental terminal" (plaine du Gondo, au nord-ouest du pays) ;

- les formations quaternaires, d'origine éolienne, faites d'alignements dunaires (ergs de l'extrême nord du pays) ou d'origine hydrique, par ennoyages alluvionnaires, déposés le long des cours d'eau puis remodelés par le ruissellement.

1.2. LE CLIMAT

1.2.1. Caractères généraux

1.2.1.1. Saison sèche et saison des pluies : un régime contrasté

Le Burkina Faso est, sur l'ensemble de son territoire, soumis à l'alternance de deux saisons, une longue saison sèche et la saison des pluies qui rythme la vie agricole et, d'une façon générale, le monde du vivant.

La saison sèche est caractérisée par la présence d'un flux d'air chaud et sec, engendré par l'anticyclone saharien. Cette saison sèche varie de 5 à 8-9 mois, du sud-ouest au nord du pays, au sens défini par GAUSSEN (1953) pour lequel un mois est sec s'il est inférieur à 50 mm de pluie (P) et si $P \leq 2 T$ (température).

La saison des pluies ou hivernage est caractérisée par la montée d'un flux d'air humide ou flux de mousson, de secteur sud à sud-ouest, centré sur le sud de l'Océan Atlantique alors dominé par l'anticyclone de Sainte-Hélène.

La ligne de partage des deux masses d'air, le Front Intertropical (FIT) remonte le territoire burkinabè entre avril et juin, engendrant les premières pluies sous forme de lignes de grains précédées de vents souvent violents. C'est le début de la saison de végétation et des cultures en particulier. *Faidherbia albida* se défeuille alors. Derrière le FIT, les pluies plus longues et régulières s'installent. Il pleut, selon la latitude, de 4-5 mois à 7 mois, jusque vers octobre. La descente du FIT se fait alors assez rapidement pour laisser à nouveau la place à l'Harmattan. "Souvent chargé d'aérosols minéraux et organiques (il) a pour effet de faire chuter l'hygrométrie, surtout durant la journée et d'entraîner de fortes variations thermiques entre le jour et la nuit" (MONNIER, 1981, cité par GUINKO, 1983).

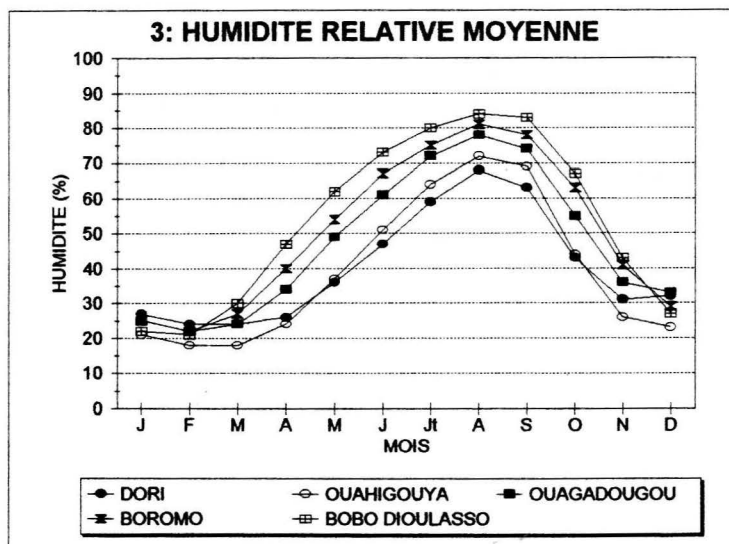
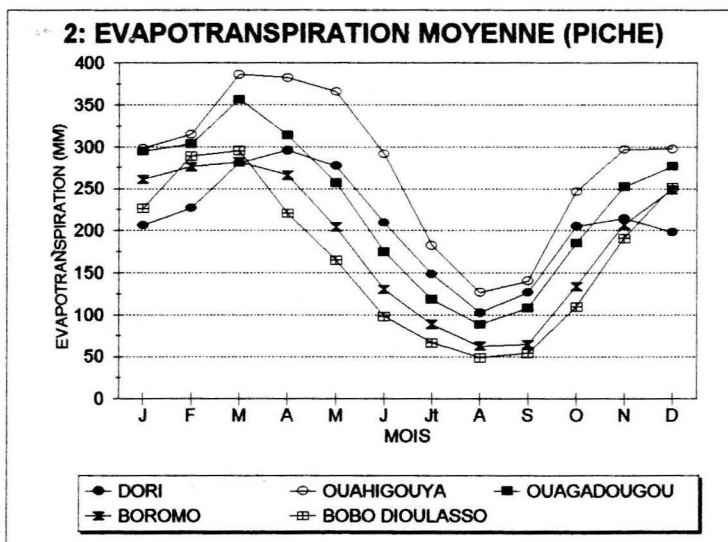
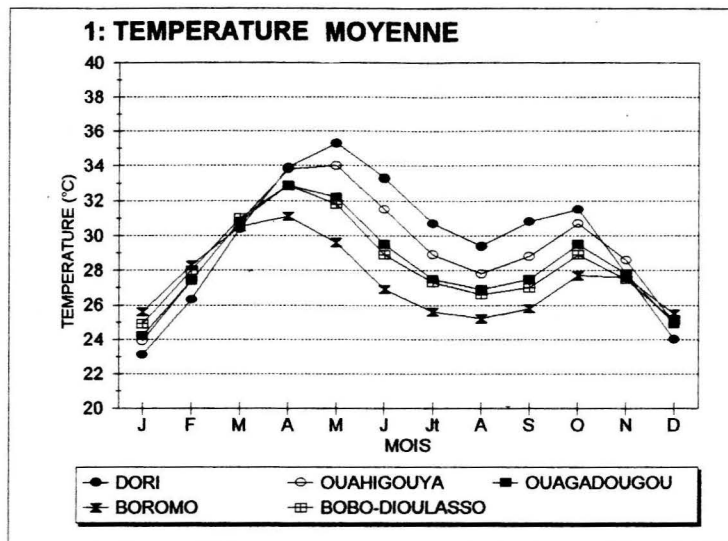
Dès les premières semaines de la saison sèche, les herbacées se dessèchent et les premiers feux de brousse apparaissent. La plupart des ligneux commencent à perdre leurs feuilles à l'exception notable de *Faidherbia albida* qui se refeuille rapidement.

1.2.1.2. Températures moyennes et variation saisonnières

Chacune des deux saisons, sèche et des pluies, est subdivisible en deux périodes thermiquement distinctes, plus ou moins marquées selon la latitude (cf. graphique 1) :

- une saison sèche, fraîche, allant de novembre à février, avec des températures minimales moyennes atteintes en janvier (au nord) ou décembre (au sud) ;
- une saison sèche, chaude, qui suit la précédente de mars à mai-juin avec des températures maximales moyennes situées en avril (au sud) ou mai (au nord) ;
- une saison des pluies, fraîche, de juillet à septembre, à la température minimale moyenne, centrée sur le mois d'août ;

GRAPHIQUES 1, 2 ET 3 : DISTRIBUTIONS MENSUELLES DE LA TEMPERATURE, DE L'HUMIDITE RELATIVE ET DE L'EVAPOTRANSPIRATION SUR 5 STATIONS SYNOPTIQUES DU BURKINA FASO (MOYENNES 1981-90)



- une brève saison chaude qui fait transition entre les dernières pluies et le début de la saison sèche, en octobre.

1.2.1.3. Les pluies : distribution et erratisme

Du sud au nord du pays, les pluies tombent durant 7 à 5 mois. Le maximum est presque toujours réalisé en août. Le retrait des pluies est généralisé à l'ensemble du territoire en octobre.

Selon la latitude, sur seulement 5° du sud au nord du pays, les totaux pluviométriques annuels varient considérablement -en moyenne, d'un facteur 3- ainsi qu'il ressort de la distribution des isohyètes des périodes 1971-80 et 1981-90 (cf. carte 3). La comparaison de ces deux périodes fait ressortir un déficit pluviométrique pour la dernière décade, qui touche principalement la moitié nord du pays. En remontant à la période 1961-70, c'est une descente de 50 à 100 km des isohyètes qui a été enregistrée dans cette même région.

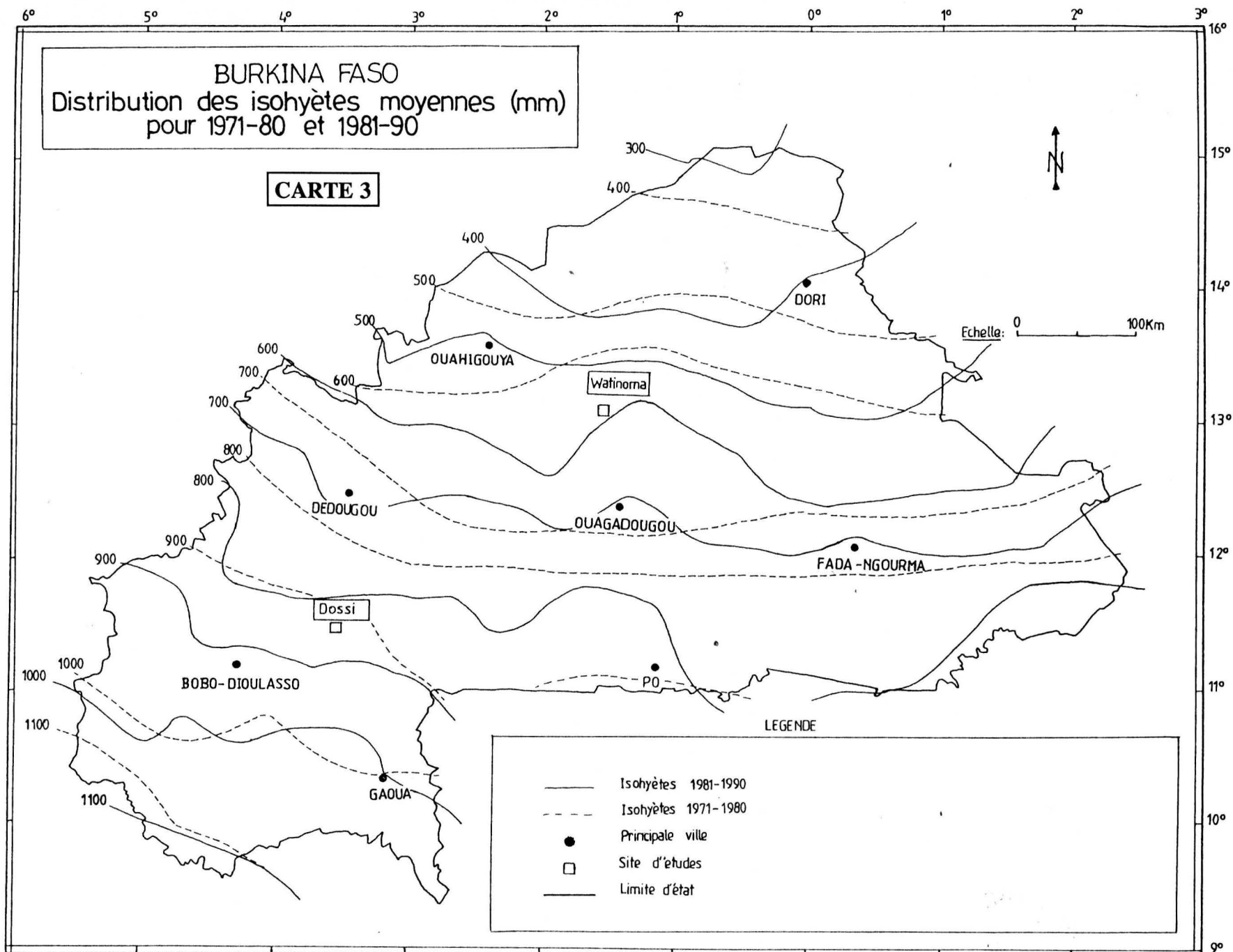
Les fortes variations interannuelles de la pluviométrie constituent une caractéristique du climat au Burkina Faso, comme il en est ailleurs au Sahel. L'erratisme interannuel mais également celui affectant la distribution des pluies -surtout en début de saison- sont particulièrement marqués dans la région nord du pays, la plus sèche. C'est ce qui ressort du **tableau 1** à travers cinq stations synoptiques du pays dont les diagrammes ombrothermiques sont figurés aux **graphiques 6 à 10**.

TABLEAU 1 : MOYENNES ET VARIATIONS PLUVIOMETRIQUES DE LA DECADE 1981-90 POUR CINQ STATIONS SYNOPTIQUES DU NORD, CENTRE, OUEST ET SUD-OUEST DU BURKINA FASO

STATION (lat. N)	Moyenne (mm)	CV (%)	Maxima (mm)	Minima (mm)	N. jours de pluies
Dori (14° 02)	415	23	599	259	41
Ouahigouya (13° 35)	506	30	836	309	55
Ouagadougou (12° 22)	705	10	794	561	60
Boromo (11° 45)	780	13	943	584	71
Bobo Dioulasso (11° 10)	965	15	1 331	778	82

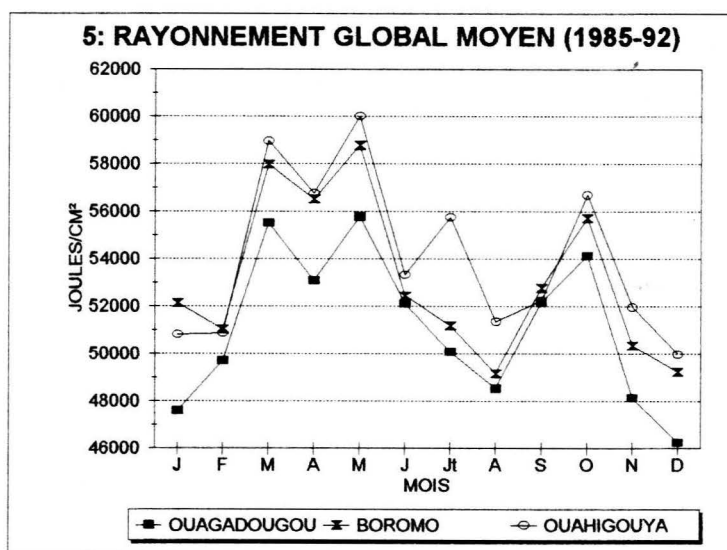
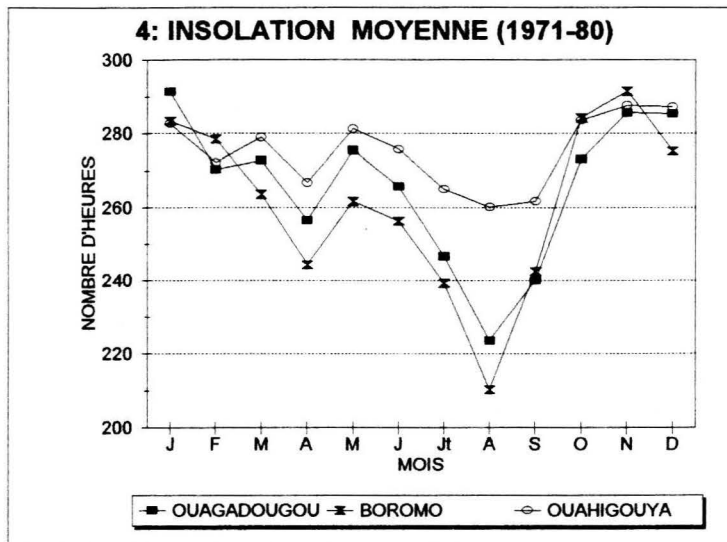
Source : Direction de la Météorologie Nationale

CV : Coefficient de variation



D. DEPOMMIER et S. OUARO; Carte adaptée des données climatiques des périodes 1971-80 et 1981-90 de la Direction de la Météorologie Nationale, Ouagadougou 1995

GRAPHIQUES 4 ET 5 : DISTRIBUTIONS MENSUELLES DE L'INSOLATION ET DU RAYONNEMENT GLOBAL SUR 3 STATIONS SYNOPTIQUES DU BURKINA FASO



Source: Direction de la Météorologie Nationale

1.2.1.4. L'humidité relative et l'évapotranspiration (ETP Piche)

Sur la majeure partie du territoire burkinabè, l'humidité ne dépasse pas en moyenne 50 %. Les valeurs les plus fortes sont réalisées au cours de la saison des pluies avec un maximum centré sur août. L'humidité varie entre 20 et 30 % durant 4 à 6 mois de la saison sèche, selon la latitude avec un minimum centré sur février (cf. graphique 2).

L'évapotranspiration, inversement à l'humidité relative, prend les valeurs les plus élevées sur l'ensemble du pays en saison sèche. Elle totalise 2 800 à 3 000 mm par an, du sud au nord, soit environ 3 fois à plus de 6 fois les valeurs de la pluviosité annuelle moyenne (cf. graphique 3).

1.2.1.5. Insolation et rayonnement solaire

L'insolation montre deux minima (cf. graphique 4) : le plus important au milieu de la saison des pluies, en août, mois où le couvert nuageux est quasi-permanent et en fin de saison sèche, en avril, en période d'avancée du Front Intertropical que précèdent toujours des perturbations atmosphériques. Les valeurs les plus fortes en saison sèche, montrent peu de variations d'une station à l'autre.

Le rayonnement solaire, montre également un minimum au milieu de la saison des pluies et un autre plus marqué en décembre, au milieu de la saison sèche (cf. graphique 5). Ce dernier correspond à la période durant laquelle l'éloignement avec le plan de l'ecliptique est maximal. A l'incidence du rayonnement solaire, alors minimale, correspondent d'ailleurs, pour toutes les stations, les plus basses températures.

1.2.2. Les zones climatiques du Burkina Faso

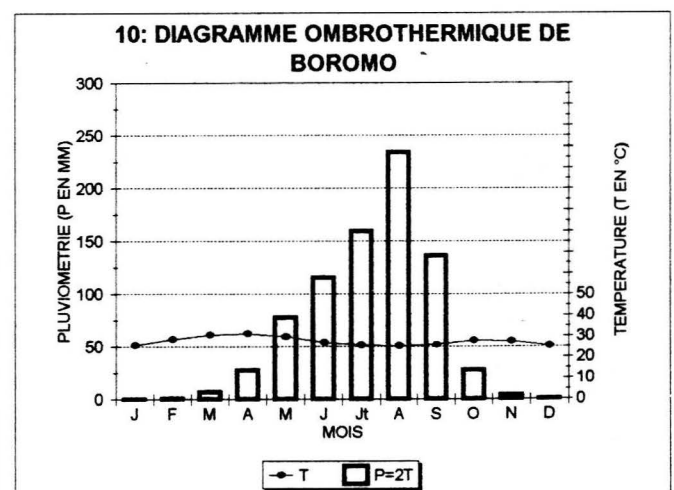
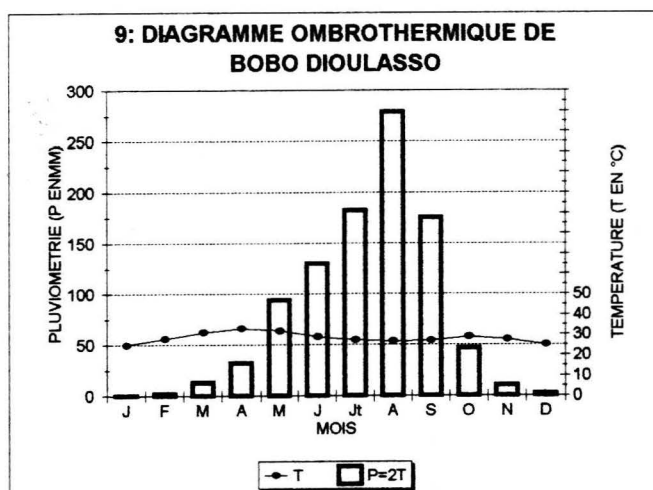
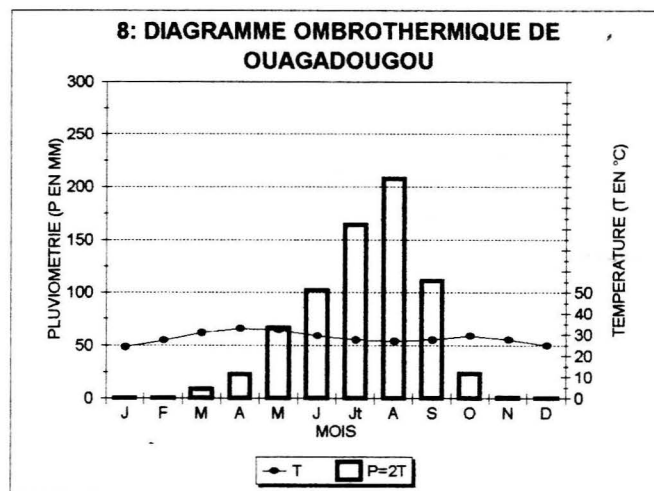
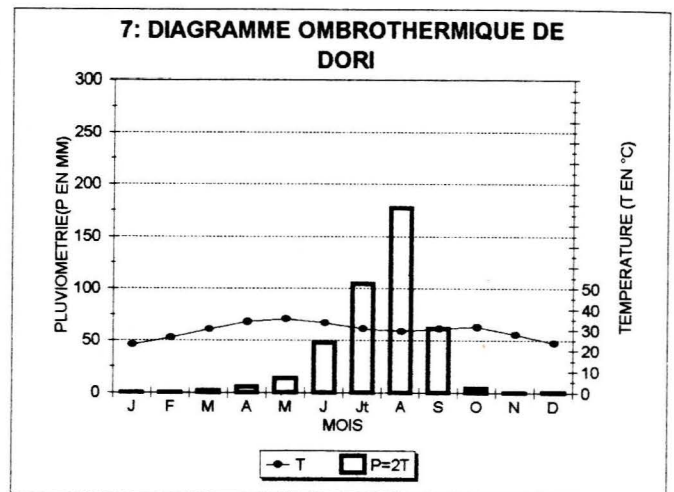
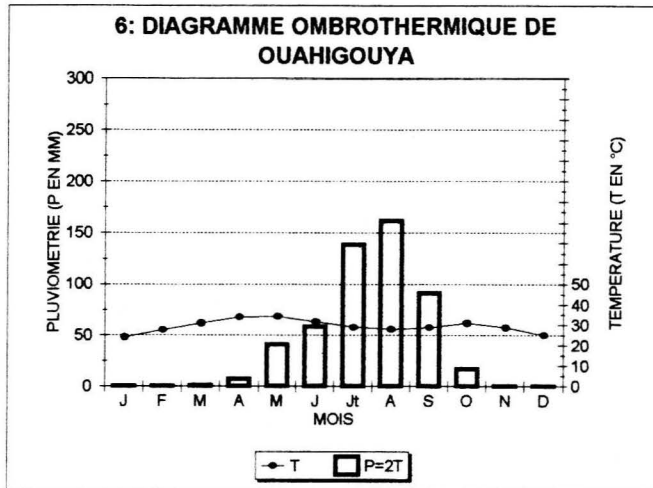
GUINKO (1984), sur la base des travaux antérieurs de classification climatique dont ceux de RICHARD-MOLARD (1956) et de FONTES (1983), propose les subdivisions climatiques suivantes, couramment utilisées aujourd'hui (carte 4) :

- le climat sahélien (A) : au nord du 14ème parallèle, couvrant le territoire qui s'étend pour l'essentiel au delà de l'axe Dori-Djibo, actuellement délimité par l'isohyète annuelle 400 mm. La saison sèche est ici longue de 8 à 9 mois.

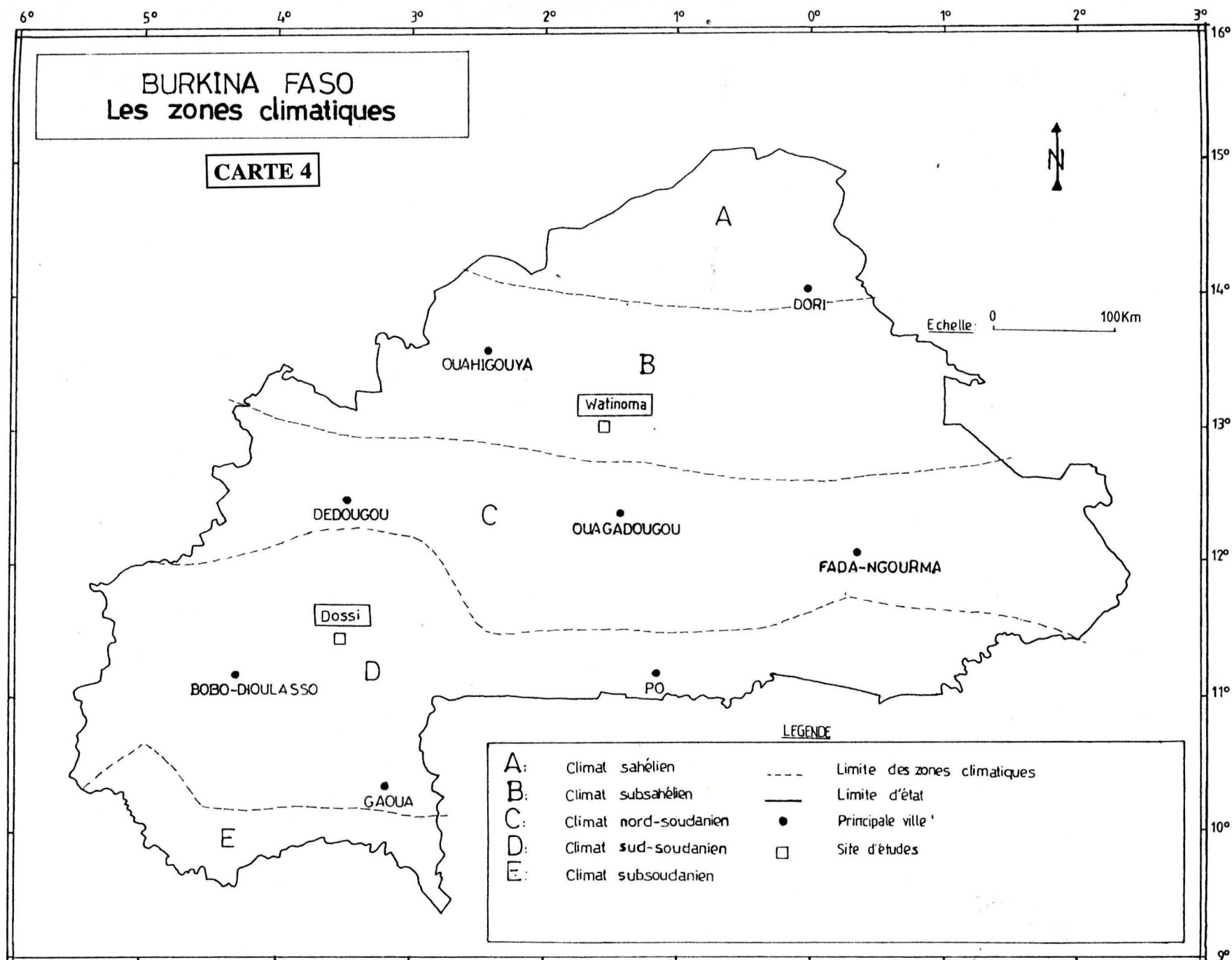
- Le climat subsahélien (B) : entre les 14ème et 13ème parallèle, constituant un climat transitoire de saison sèche réduite à 7 à 8 mois. Ce climat intéresse les régions de Ouahigouya, Kaya, Kougoussi et Bogandé qui reçoivent annuellement 600 à 750 mm de pluie (la limite inférieure pouvant être ramenée à 550 mm pour la dernière décade).

- le climat nord-soudanien (C) : entre le 13ème parallèle et 13° 30' à 12° de latitude nord, à l'ouest, où l'isohyète prend une sensible courbure sous l'effet du relief. Ce climat couvre la plus large superficie de Dédougou à l'ouest, Ouagadougou, au centre et Fada N'gourma, à l'est. Il y pleut en moyenne de 750 à 1 000 mm de pluie par an. La saison sèche s'y étend sur 6 à 7 mois.

GRAPHIQUES 6, 7, 8, 9 ET 10 : DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES DE 5 STATIONS SYNOPTIQUES DU BURKINA FASO (DECENNIE 1981-1990)



Source: Direction de la Météorologie Nationale



Source: S. GUINKO, 1984

D. DEPOMMIER et S. OUARO, 1995

- le climat sud-soudanien (D) : couvrant deux régions séparées par l'ex-Volta Noire (Mouhoun) :

- . à l'ouest, entre les régions de Boromo, Bobo-Dioulasso, et jusqu'à Gaoua, avec 1 000 à 1 200 mm de pluie et une saison sèche de 5 à 6 mois ;
- . à l'est, sous 11° 30 de latitude nord, en une bande parallèle à la frontière, entre Léo, Po et jusqu'à Pama. Il y tombe en moyenne 1 000 à 1 050 mm de pluies suivies d'une saison sèche de 5 à 6 mois.

- le climat subsoudanien (E) : correspondant au climat soudano-guinéen d'Aubreville (1950) s'étendant en deça de l'axe Gaoua-Banfora. C'est la région la plus arrosée du Burkina Faso : 1 200 à 1 400 mm de pluie pour une brève saison sèche de 4 à 5 mois.

Finalement, on peut constater que la majeure partie du territoire burkinabè est en zone semi-aride, selon la classification de l'UNESCO (citée par ICRAF, 1989), qui définit cette zone comme celle comprenant tous les points où :

$$0,2 < \frac{P}{ETP} < 0,5 \quad (P = \text{Pluviosité} ; ETP = \text{Evapotranspiration}),$$

ce qui correspond globalement aux zones sous climats nord-soudanien et subsahélien de GUINKO (1984), l'extrême-nord sahélien relevant alors de la zone aride.

1.2.3. La distribution des pluies à Dossi et à Watinoma

Pour les deux terroirs étudiés, ne sont disponibles que les données pluviométriques, hauteur d'eau et nombre de jours de pluies enregistrées depuis plus de 10 ans :

- à Watinoma par l'encadreur agricole en place du CRPA (Centre Régional de la Promotion Agricole) ;
- à Boni, village limitrophe de Dossi, par les Pères Blancs de la Mission catholique.

1.2.3.1. Moyennes et variations interannuelles

Les pluviométries moyennes annuelles sont respectivement de :

- . 608 mm à Watinoma, pour la période 1982-90,
- . 924 mm à Dossi, pour la période 1981-90,

avec des saisons sèches de 8 et 6 mois (mois < 50 mm de pluie), correspondant aux climats subsahélien et nord-soudanien précédemment définis.

Les variations interannuelles, figurées au **graphique 11-1**, sont particulièrement marquées à Watinoma. La hauteur d'eau a ainsi varié de 406 mm en 1983, à 1025 mm en 1994, année exceptionnellement abondante.

A Dossi, cette variation est d'environ moitié moindre mais certaines années sont parfois très sèches pour la zone (cas de 1983 avec 635 mm de pluie).

1.2.3.2. Variations intrasaisonnières

La lecture de la répartition décadaire des pluies au cours des seules cinq dernières années, 1990 à 1994, montre combien les débuts de saison sont erratiques et les distributions discontinues d'une saison à l'autre, particulièrement à Watinoma (cf. **graphique 11-2**).

Les premières pluies utiles sont fréquemment suivies d'une petite période sèche de quelques semaines durant laquelle les premiers semis végètent puis meurent obligeant à ressemer (cas de 1991 à Watinoma). Le début de saison peut-être affecté de plus d'un mois de retard (cas de Dossi en 1993). Inversement, la fin de saison peut être prolongée d'un mois de pluies ou plus, nuisant à la bonne fructification des cultures (cas de la saison 1994 sur les deux terroirs, où l'abondance des pluies a en outre noyé la quasi-totalité des cultures faites en bas-fonds).

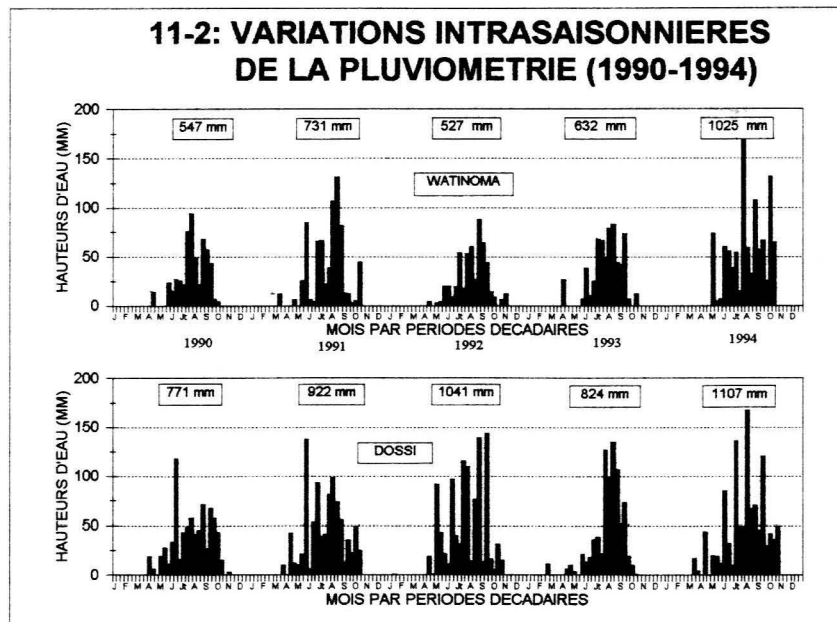
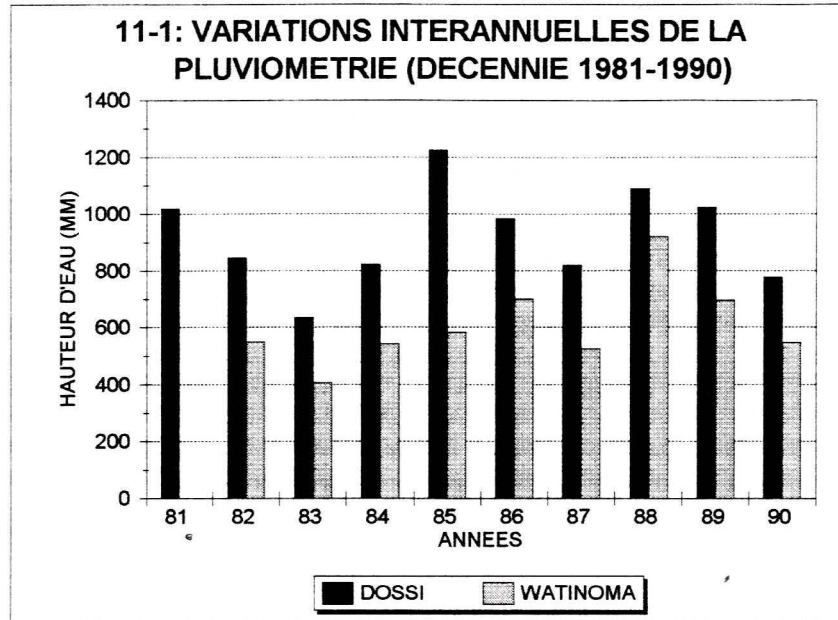
1.3. LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE : UNE DOMINANCE D'ASSOCIATIONS DE SOLS SUR GLACIS D'ALTERATION KAOLINITIQUE

Les sols du Burkina Faso résultent d'une évolution très ancienne, portant la trace des paléoclimats (PALLIER, 1982). Ils sont l'expression combinée de processus d'altération de la roche-mère et de déplacements et d'accumulations des dépôts sous l'action :

- du climat qui favorise, en saison chaude et humide, l'altération des roches et le lessivage des horizons supérieurs ;
- du relief qui induit en amont une érosion plus ou moins différenciée selon la nature des roches et se traduit en aval, par le colluvionnement et l'alluvionnement des particules fines ;
- du couvert végétal, plus ou moins dense et efficace à protéger les sols et à modérer leur évolution ;
- de l'homme qui par ses techniques d'aménagement et modes d'exploitation peut réduire ou accélérer les processus d'altération-accumulation, la tendance actuelle étant à une dégradation généralisée des sols.

Ces différents facteurs et leurs multiples combinaisons font une large gamme de sols au Burkina Faso. Dominant cependant, sur socle, des sols kaolinitiques, de profondeur variable selon leur position topographique le long des glacis d'altération.

GRAPHIQUES 11-1 ET 11-2 : VARIATIONS DE LA PLUVIOMETRIE SUR LES STATIONS DE DOSSI ET DE WATINOMA



Source: Direction de la Météorologie Nationale

La classification des sols du Burkina Faso (cartographie ORSTOM de 1969 et études pédologiques du BUNASOLS, 1985) permet de distinguer les huit principaux types de sols suivants.

1.3.1. Les sols ferrugineux tropicaux

Ils couvrent 80 % du territoire burkinabè se répartissant en sols ferrugineux non ou peu lessivés, au nord, et en sols ferrugineux tropicaux lessivés, les plus importants et particulièrement bien représentés dans la région centrale du pays.

Ces derniers, à texture plus argileuse que les premiers, se sont développés sur les matériaux d'altération kaolinitique des roches granitiques ou sur les colluvions sableuses issues de l'altération des grès.

Ils sont riches en sesquioxides de fer et parfois en oxydes de manganèse. L'horizon A1 de surface, de couleur gris-beige est généralement pauvre en matière organique.

L'horizon A2, sous-jacent, lessivé, est sablo-argileux, de haute porosité. Les horizons B argilo-sableux sont de structure compacte. Les horizons d'accumulation sont bien marqués, tachés ou concrétionnés.

Leur fertilité chimique est faible et présente des carences, notamment en chaux et magnésium, voire en phosphore et potassium.

Ils sont sensibles à l'érosion, en particulier en nappe, sur sols cultivés. Cette fragilité et la nature-même de leur fertilité et donc leur valeur agronomique dépend beaucoup de leur position topographique. Sur haut de pente à cuirasse sub-affleurante, sur de faibles épaisseurs ils sont souvent fortement chargés en gravillons et très pauvres en matière organique.

En aval, le profil s'épaissit ; les horizons sont mieux différenciés, mais le drainage est moins bon. L'érosion peut là-aussi entraîner la matière organique et le profil s'enrichir superficiellement en gravillons.

Dans les zones de pente très faible à nulle, les conditions topographiques peuvent favoriser le développement de faciès plus profonds avec accumulation d'argile en profondeur et de matière organique en surface.

1.3.2. Les sols minéraux bruts et les sols peu évolués

Les sols minéraux bruts, ou lithosols, correspondent aux cuirasses dénommées "bowé" (pluriel de "bowal"), en dalles entières ou plus ou moins fissurées, et à diverses roches affleurantes (granites, quartzites, roches basiques, schistes argileux).

Bien qu'ils ne couvrent pas de vastes superficies, tant sur le socle que sur la couverture sédimentaire, ils sont omniprésents au Burkina Faso.

Ils sont impropres à l'agriculture mais ne sont pas toujours totalement dépourvus de végétation, ligneuse en particulier. Leur altération vers un faciès de sol peu évolué ou régosol suffit aux racines à les pénétrer et à les végétaliser, parfois assez densément.

Les sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire sont beaucoup plus étendus que les lithosols. Ils dominent d'assez vastes zones, en particulier au nord-ouest (Yatenga et Passoré) et à l'est, au dessus de Fada N'Gourma. Ils sont localisés sur les plateaux, les moyens glacis et leurs produits de démantèlement.

Ces sols au profil de type AC, à l'intérêt agronomique nul à très faible sont souvent associés à des sols plus évolués, dits "intergrades" vers les sols ferrugineux tropicaux. Ils présentent une surface fortement décapée (croule d'érosion) et sont rarement cultivés, à la différence des sols peu évolués d'érosion, modaux, typiquement associés aux glacis sur birrimien (ORSTOM, 1968).

1.3.3. Les sols bruns eutrophes et les vertisols

Ils ont en commun d'être développés sur les matériaux du complexe d'altération montmorillonitique, les vertisols contenant une forte proportion de minéraux argileux gonflants.

Les sols bruns eutrophes, à humus de type Mull, ont une teneur élevée en argile et une importante réserve minérale. Ils ont de fait une bonne rétention en eau et ont une fertilité élevée.

D'un point de vue agronomique, ce sont les sols de meilleure aptitude.

Ils sont développés sur roches basiques, principalement associés aux collines birrimiennes et apparaissent parfois sur granites. Aussi sont-ils fréquents dans le sud-ouest du pays. Ils se rencontrent par ailleurs dans la partie orientale, souvent associés à des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés.

Les vertisols, de couleur brune, très compacts, ont une richesse minérale généralement élevée. Les facteurs limitants de ces sols sont essentiellement d'ordre physique : très faible porosité liée à une très forte capacité de rétention en eau, engorgement des horizons résultant en une asphyxie du milieu, rédhibitoire pour le système racinaire de nombreuses plantes. Ces sols sont collants et difficiles à travailler. Mais ils présentent bien évidemment des faciès variés, en fonction de leur régime hydrique : vertisols topomorphes en conditions pédoclimatiques très humides et sur de longues périodes (dépressions) et vertisols lithomorphes si ces conditions d'alimentation en eau sont temporaires (sur faible pente).

Aussi, les rencontre-t-on sur alluvions argileuses, dans les lits majeurs des cours d'eau ou mares, cas le plus fréquent au nord du pays. Au sud on peut les rencontrer jusque sur des versants de très faible pente et sur de vastes étendues (bassins des fleuves Kompienga et Nouhao).

1.3.4. Les sols bruns subarides

Ils sont caractérisés par une teneur relativement élevée en matière organique -sous végétation naturelle-, bien humifiée et progressivement décroissante en profondeur. Au Burkina Faso, ces sols se différencient en bruns vertiques, bruns rouge et bruns alcalisés, en fonction de la nature de la roche-mère.

Les premiers sont associés aux vertisols, les seconds le sont généralement aux sols ferrugineux peu évolués et les derniers aux solonetz.

Les sols bruns subarides sont représentés au nord du pays, développés sur des roches cristallines et métamorphiques ou encore sur des roches sédimentaires tels que des sables éoliens dans l'extrême nord.

L'aptitude agronomique de ces sols est marginale comme l'est la pluviométrie dans le nord pour des cultures en régime steppique. Même les sols bruns subarides vertiques, chimiquement riches, ont une aptitude limitée par un régime hydrique déficient.

1.3.5. Les sols hydromorphes

Les sols hydromorphes sont présents dans toute zone à inondation temporaire de surface ou de profondeur. Ils comprennent :

- les sols à pseudogley, structurés sur matériau argilo-sableux, ou sur matériau argileux alluvio-colluvial, ou encore sur matériau argileux issu de l'altération des roches schisteuses. Ils occupent les sites exondés ou faiblement inondés en surface. Leur profil est marqué de taches ou concrétions dues à des (re)-oxydations de fer et de manganèse. Ils sont de médiocre fertilité chimique (hydromorphes minéraux ou peu humifères) et assez difficiles à travailler ;

- les sols hydromorphes, fortement engorgés sur l'ensemble du profil par submersion, occupent les plaines alluviales et bas-fonds souvent aménageables en rizières ou cultures de décrue. Ce sont des sols à gley de profondeur. L'asphyxie du profil étant constante par la permanence d'une nappe d'eau, le fer et les autres éléments minéraux restent à l'état réduit. Ils peuvent localement présenter une accumulation en matière organique.

1.3.6. Les sols ferralitiques

On peut les mentionner pour mémoire au Burkina Faso car ils sont très peu représentés. Ils occupent des surfaces réduites entre Bobo-Dioulasso, Orodara et la frontière ivoirienne. Ces sols rouges sont profonds, homogènes et anciens, résultant d'une ferralitisation fossile.

En conclusion, on retiendra que dans leur ensemble les sols du Burkina Faso sont de médiocre à faible fertilité bien qu'il existe localement des sols d'aptitude agronomique élevée, tels que les sols bruns eutrophes dans le sud-ouest du pays, en région birrimienne. Les carences en éléments fertilisants sont fréquentes dans la plupart des sols, à commencer par les plus étendus, les sols ferrugineux tropicaux lessivés, déficitaires en azote et en phosphore.

L'importance des surfaces cuirassées et des sols peu évolués qui leur sont généralement associés sur glaciis est également notable.

En fait, peu de sols apparaissent profonds et disposent d'une adéquate capacité de rétention en eau.

De plus, l'érosion s'exerce fortement sur ces sols : érosion éolienne au nord et surtout hydrique du centre au sud du pays où le ruissellement et l'érosion en nappe sur des surfaces déforestées au surexploitées engendrent des pertes en terre massives et des décapages irrémédiables.

A ce niveau d'analyse, il est clair que la pratique traditionnelle qui consiste à conserver des arbres lors des défrichements et à les aménager en parcs agroforestiers est un des moyens de contribuer à la conservation des sols et de l'eau.

Nous mentionnerons enfin que la superficie en sols cultivables du pays serait comprise entre 33 et 48 %, taux variant selon les critères agronomiques appliqués (U.A.W., 1994).

1.4. RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET HYDROGEOLOGIE : DES RESSOURCES EN EAU TRES LIMITEES

Le Burkina Faso dispose de rares écoulements permanents, les cours d'eau et les mares étant presque tous temporaires (écoulements limités à la saison des pluies et au tout début de la saison sèche).

Quatre bassins-versants constitués des ex-Voltas, de leurs affluents et de la Pendjari couvrent près des deux tiers du Burkina Faso (cf. carte 2). Ce sont :

- le bassin du Mouhoun (ex-Volta Noire), couvrant les régions sud et sud-ouest du pays sur 92 000 km². C'est le principal fleuve, à écoulement permanent qui alimente en particulier la région du Sourou où ont été développés d'importants aménagements hydro-agricoles ;

- le bassin du Nakambé (ex-Volta Blanche) qui draine une partie du Plateau central ;

- le bassin du Nazinon (ex-Volta Rouge) qui naît également au cœur du Plateau central, et s'assèche sur la majeure partie de son cours en saison sèche ;

- le fleuve Pendjari au sud-est, qui fait frontière avec le Bénin et rejoint, au Ghana, le lac Volta, comme le font les fleuves voltas.

S'ajoutent à cet ensemble hydrographique, en limite du territoire burkinabè, le bassin de la Comoé qui fait frontière avec la Côte d'Ivoire et, au nord, le bassin du fleuve Niger. Si le Burkina Faso est situé dans la "boucle" du Niger, il ne bénéficie cependant pas de ses écoulements, hormis quelques mares permanentes résiduelles, ou le plus souvent temporaires, résultant de la formation de ce bassin.

Les mares telles qu'Oursi et Markoye, dans l'Oudalan, les lacs de Bam et de Dem, dans le Centre-nord, représentent pour leur région des quantités d'eau de surface appréciables en saison sèche.

La majeure partie du Burkina Faso étant constituée de roches cristallines du socle, généralement imperméables, les gisements d'eau souterraine, traditionnellement exploités, se limitent aux zones alluvionnaires et à couche supérieure d'altération.

Le débit de ces gisements est généralement faible mais les points d'eau sont nombreux à travers le pays. En outre, les barrages en terre pour retenir les eaux de surface se sont multipliés depuis les années 80. Récemment, d'importants ouvrages ont été réalisés concernant des régions entières (barrages de Bagré et de la Kompienga).

Enfin, une eau plus profonde, accessible d'une part à travers les fractures du socle et, d'autre part, en région sédimentaire de l'ouest, à plus grande profondeur que le socle, serait localement disponible pouvant offrir des débits élevés (BGR, 1989).

1.5. LES DOMAINES PHYTOGEOGRAPHIQUES ET LA FLORE DU BURKINA FASO

Sur le plan de la phytogéographie, à l'échelle ouest-africaine, le Burkina Faso relève de la région soudano-zambienne.

Le pays lui-même peut être divisé en deux domaines phytogéographiques, sahélien au nord et soudanien au sud (cf. **carte 5**). Ils sont eux-mêmes divisibles en secteurs et districts (GUINKO, 1984).

1.5.1. Le domaine phytogéographique sahélien

Régie par un climat sahélien à subsahélien, la végétation de ce domaine est une steppe à arbrisseaux, arbustes et arbres très dispersés et à fourrés se densifiant du nord au sud. Quelques rares forêts-galeries la traversent, composées de *Anogeissus leiocarpus*, *Mitragyna inermis*, *Acacia ataxacantha* et *Acacia seyal*.

1.5.1.1. Le secteur sahélien strict

Situé au nord du 14^{ème} parallèle, il se différencie par la présence d'espèces sahariennes et sahéliennes typiques parmi lesquelles : *Acacia ehrenbergiana*, *Acacia raddiana*, *Hyphaene thebaïca* (palmier doum) et les Capparidacées *Maerua crassifolia* et *Salvadora persica*, pour les ligneux, et diverses herbacées dont *Leptadenia pyrotechnica*, *Aristida spp*, *Chrozophora spp* et *Andropogon gayanus*.

1.5.1.2. Le secteur subsahélien

Il occupe l'espace compris entre les 13^{ème} et 14^{ème} parallèles, à la confluence des climats sahélien et nord-soudanien. Aussi, nombre d'espèces ubiquistes s'y retrouvent, comme *Acacia nilotica* var. *adansonii*. Mais si la steppe est à dominante arbustive au nord, elle devient plus arborée au sud.

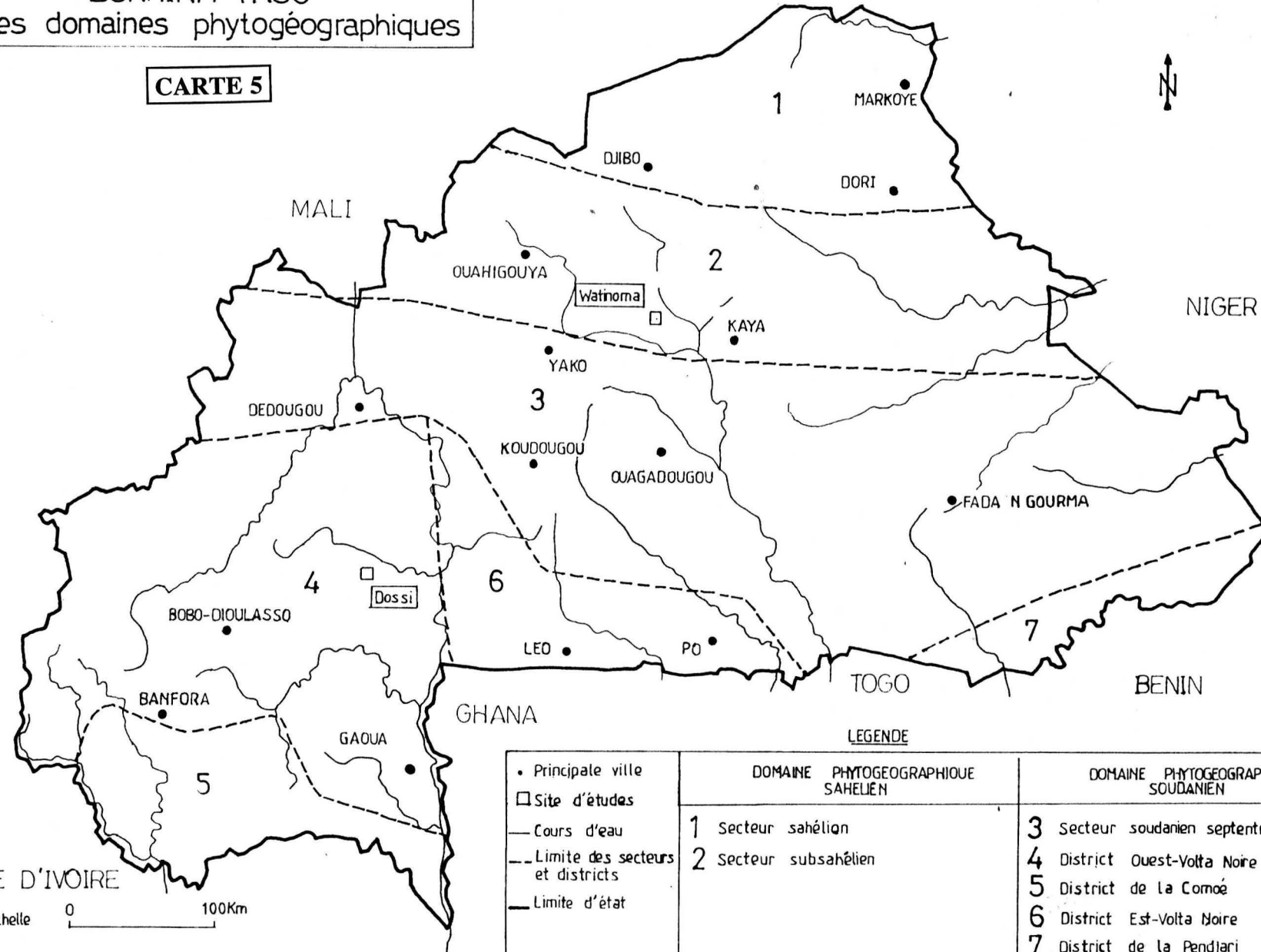
Elle reste dans ce secteur dominée par les espèces sahéliennes. Parmi les ligneux on trouve : *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia senegalensis*, *Commiphora africana*, *Dalbergia melanoxylon*, *Euphorbia balsamifera* et *Pterocarpus lucens*. Les fourrés ou "brousse tigrées" à *Acacia macrostachya* et *Combretum spp*, *C. glutinosum*, *C. micranthum* et *C. nigricans* var. *elliottii*, sont omniprésents. Les herbacées comprennent *Cenchrus biflorus*, *Chloris spp* et *Aristida hordeacea*.

6° 5° 4° 3° 2° 1° 0° 1° 2° 3°

BURKINA FASO

Les domaines phytogéographiques

CARTE 5



<ul style="list-style-type: none"> • Principale ville □ Site d'études — Cours d'eau - - - Limite des secteurs et districts — Limite d'état 	DOMAINE PHYTOGEOGRAPHIQUE SAHELIEN	DOMAINE PHYTOGEOGRAPHIQUE SOUDANAIEN
	1 Secteur sahélien 2 Secteur subsahélien	3 Secteur soudanien septentrional 4 District Ouest-Volta Noire 5 District de la Comoé 6 District Est-Volta Noire 7 District de la Pendjari

COTE D'IVOIRE

Echelle 0 100Km

1.5.2. Le domaine phytogéographique soudanien

Il correspond aux climats soudanien et subsoudanien. La végétation est une savane à faciès variés : boisée, arborée voire herbeuse ou encore devenant une forêt claire.

Les feux parcourent chaque année ces formations. Les cours d'eau permanents sont bordés de galeries forestières où apparaissent des espèces guinéennes.

Ce domaine peut être divisé en deux secteurs, nord-soudanien et sud-soudanien, la limite correspondant plus ou moins à l'extension nord à *Isberlinia doka* (proche de l'isohyète 1 000 mm).

1.5.2.1. Le secteur nord-soudanien

Il s'étend entre les isohyètes 750 et 1 000 mm qui délimitent également la région la plus cultivée du pays.

Les parcs agroforestiers dominent le secteur avec *Butyrospermum parkii* (karité), *Parkia biglobosa* (néré), *Lannea microcarpa* (raisinier), *Adansonia digitata* (baobab), *Tamarindus indica* (tamarinier) et *Faidherbia albida*, toutes espèces à usages multiples, conservées par les paysans.

Les jachères et terres dégradées comprennent des espèces sahéliennes ubiquistes dont *Ziziphus mauritiana* (jujubier) et des herbacées telles que *Cassia tora*, *Cymbopogon schoenanthus* et *Sida cordifolia*.

1.5.2.2. Le secteur sud-soudanien

Sous 1 000 à 1 400 mm de pluie, il est caractérisé par la présence d'*Isberlinia doka*, en peuplements quasi mono-spécifiques dans l'ouest.

Il présente des faciès variés, de l'ouest à l'est du pays :

*** Le district Ouest-Volta Noire**

Il est caractérisé par de larges galeries forestières à espèces guinéennes parmi lesquelles dominent *Antiaris africana*, *Chlorophora excelsa* (Iroko), *Dialium guineense*, *Rauwolfia vomitoria* et *Voacanga africana*. Les deux dernières espèces ont une grande importance dans la pharmacopée traditionnelle.

*** Le district Est-Volta Noire**

La zone se différencie de la précédente par une moindre abondance des eaux de surface (écoulements temporaires). La flore du district est en conséquence moins riche. On trouve au niveau des galeries forestières *Cola laurifolia*, *Pterocarpus santalinoides*, *Elaeis guineensis* (palmier à huile), *Manilkara multinervis*.

*** Le district de la Pendjari**

Les galeries forestières de ce district sont largement dominées par *Borassus aethiopum* (palmier rônier), localement associé à *Khaya senegalensis* (caïlcédrat), *Daniellia oliveri* et *Anogeissus leiocarpus*.

*** Le district de la Comoé**

Situé à l'extrême sud-ouest du pays, sous le climat le plus humide, il est le secteur le plus boisé, contenant plusieurs forêts classées. Il reste très peu peuplé.

Le forêt claire y est le faciès dominant, à base d'*Isoberlinia doka*, souvent associé à *Isoberlinia dalzielii*.

1.5.3. Communautés végétales et caractéristiques de la flore

L'analyse de la répartition de la structure de la végétation et de ses caractéristiques écologiques a conduit GUINKO (1984) à reconnaître 35 groupements végétaux et 13 communautés végétales dont la composition est donnée dans le **tableau 2**.

On relève que les espèces ligneuses et semi-ligneuses dominent dans la plupart des communautés, les arbres étant les plus nombreux dans les forêts-galeries du secteur sud-soudanien, région considérée comme la plus boisée du pays.

La flore du Burkina Faso qui compte plus de 500 genres pour plus de 1000 espèces, espèces cultivées incluses, est taxonomiquement dominée par les légumineuses (60 genres, 178 espèces dont 119 pour les seules papillonacées) et les graminées (64 genres, 166 espèces).

Les espèces sont pour deux tiers soudano-zambéziennes et pour un tiers guinéo-congolaises.

Les formes biologiques les mieux représentées sont les thérophytes (41 % des espèces) devant les phanérophytes (30 %).

Les phanérophytes ligneux comprennent :

- 188 espèces d'arbres et arbustes (17,7 %),
- 100 espèces d'arbrisseaux et sous-arbrisseaux (9,4 %).

Cette flore ligneuse est soumise à des rythmes phénologiques qui varient d'une région à l'autre pour une même espèce mais également selon les espèces, particulièrement pour ce qui est de leur floraison et de leur fructification :

- en saison des pluies, presque toutes les espèces rentrent en période de végétation, avec un optimum en fin de saison quand les herbacées fleurissent et fructifient en masse ;

- *Faidherbia albida*, qui à l'inverse des autres espèces, était défeuillée en saison des pluies, rentre en feuillaison dès l'arrêt des pluies. La luxuriance des autres espèces ligneuses chute rapidement pour la plupart d'entre elles dont les feuillages jaunissent. Beaucoup d'espèces fleurissent alors parmi lesquelles : *Acacia hockii*, *Piliostigma thonningii*, *Securinega virosa*, *Terminalia spp* ;

- en début de saison sèche, alors que les feux parcourent les savanes, que l'harmattan s'installe et que la température s'abaisse, beaucoup d'arbres se dénudent. Diverses espèces fleurissent parmi lesquelles : *Ceiba pentandra* (fromager), *Bombax costatum* (kapokier), *Mangifera indica* (manguier), *Stereospermum kunthianum*, *Boscia spp.* *Faidherbia albida* est en floraison et fructifie déjà dans les régions les plus septentrionales ;

- en pleine saison sèche, période de repos végétatif pour la plupart des espèces, quelques unes rentrent en activité en fleurissant telles que : *Sclerocarya birrea*, *Azelia africana*, *Butyrospermum paradoxum*, *Prosopis africana* ;

- en fin de saison sèche, alors que l'humidité du sol est au plus bas et que les maxima thermiques sont enregistrés, un nombre important d'espèces fleurissent, dont : *Annona senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Capparis corymbosa*, *Combretum nigricans*, *Crataeva religiosa*, *Lanea microcarpa* (raisinier).

Avant que les premières pluies ne tombent mais alors que le degré hygrométrique de l'air augmente, la plupart des ligneux débourrent. Les feuilles de *Faidherbia albida* jaunissent à cette époque-là.

Enfin, un dernier aspect mérite d'être mentionné, relatif au mode de dissémination de certaines espèces par le biais du bétail dont la mobilité est grande en région de savanes (élevage extensif ou semi-nomade, avec déplacement saisonniers).

L'épizoochorie ou transport des graines par le bétail (sur son pelage) et l'endozoochorie ou passage des graines par le transit intestinal sont des modes de dissémination reconnus pour nombre d'espèces.

Comme le rapporte GUINKO (1984), il existe une relation entre l'abondance des semis d'acacias et les parcs à bétail, voire les pistes et zones d'accès. Ainsi, dans les années 70, lors des grandes sécheresses, les Peuls et leur bétail s'étant déplacés massivement en pays Bissa (Zabré, Bitou), les jachères ont été progressivement envahies par *Acacia seyal* et *Acacia sieberiana*.

TABEAU 2 : SPECTRES BIOLOGIQUES DES DIFFERENTES COMMUNAUTES VEGETALES DU BURKINA FASO
(Source : GUINKO, 1984)

COMMUNAUTES VEGETALES	NOMBRE D'ESPECES	% PHANEROPHYTES			% Th	%Ch + H + G	%He + Hy	%Pa
		A + Abu	Abr + SAbr	L + E				
- Reliques boisées (bois sacrés)	85	44,7	27,1	8,3	9,4	9,4	-	1,1
- Forêts galeries du secteur sud-soudanien	154	51,3	20,8	7,8	9,1	11,0	-	-
- Forêts galeries du secteur nord-soudanien	60	35	20	10	11,6	21,7	1,7	-
- Forêts galeries du secteur sahélien	84	38,1	28,6	7,2	13,1	9,5	2,3	1,2
- Forêts claires	125	39,2	18,4	4	12,8	25,6	-	-
- Savanes sur sols drainés	154	33,8	18,8	1,9	24,7	20,1	-	0,5
- Savanes sur sols squelettiques rocheux, gréseux et latéritiques	121	27,3	11,6	4,1	32,2	24,9	-	0,8
- Savanes marécageuses et herbeuses des plaines alluviales	83	7,3	4,8	2,4	26,5	36,1	22,9	-
- Savanes boisées prérivéraines	49	44,9	12,2	-	12,3	30,6	-	-
- Steppe subsahélienne et sahélienne	110	18,2	20,9	2,7	47,3	10,9	-	-
- Végétation des termitières cathédrales	42	30,9	31	14,3	16,7	7,1	-	-
- Végétation aquatique	83	-	-	-	10,9	3,6	85,5	-
- Végétation des jachères récentes	197	6,1	7,6	-	65	13,2	7,6	0,5

Légende :

A + Abu = arbres et arbustes

Ab + SAbr = arbrisseaux et sous-arbrisseaux

L + E = lianes et épiphytes

Th = thérophytes

Ch + H + G = chaméphytes, hémicryptophytes et géophytes

He + Hy = héliophytes et hydrophytes

Pa = Parasites

Il en va ainsi d'autres acacias, et légumineuses arborées fourragères à graines dures et en particulier de *Faidherbia albida*.

Pour beaucoup d'auteurs (CTFT, 1988), il existe un déterminisme dans cette relation animal-végétal, tant au niveau de la dissémination que de la germination des graines à cuticule dure. C'est un aspect essentiel de la dynamique de l'espèce qui est l'objet de la partie IV.

Outre le bétail en tout lieu rencontré au Burkina Faso, on retrouve par ailleurs d'autres agents déssiminateurs : mammifères sauvages, rongeurs, oiseaux, insectes qui jouent selon l'espèce et les conditions du milieu un rôle essentiel dans la zoochorie.

1.6. REGIONS, PAYSAGES AGRAIRES ET SYSTEMES DE PRODUCTION

La diversité qui résulte des éléments propres au milieu biophysique, de faits socio-historiques et des facteurs d'aménagement de l'espace sur lequel les hommes vivent, conduit à différencier des entités régionales présentant de multiples faciès. La carte des régions naturelles de GUILLOBEZ (1985) en constitue une synthèse largement basée sur la morphopédologie (cf. carte 6).

Au Burkina Faso, pays essentiellement rural, il est logique d'intégrer dans toute spécificité régionale les paysages agraires et les systèmes de production qui la déterminent.

Ainsi que le souligne MARCHAL (1983), l'analyse des paysages agraires et de leur physionomie comme méthode pour comprendre l'organisation de l'espace rural, permet de dépasser la simplification généralement induite par la description géographique des régions étudiées. Aussi, c'est à cet auteur que nous nous référons pour les différenciations de paysages agraires qui suivent car l'approche est particulièrement appropriée aux parcs agroforestiers. Ce sont les systèmes de production les plus représentatifs du pays ; ils constituent le caractère dominant des paysages agraires par leur omniprésence et la valeur structurante des ligneux. D'une certaine façon, les parcs agroforestiers donnent du relief à un pays qui n'en a guère.

Aussi, nous sommes-nous essentiellement limité ici aux régions et paysages agraires dont relèvent les terroirs et parcs étudiés de Watinoma et de Dossi : le Plateau central et l'Ouest.

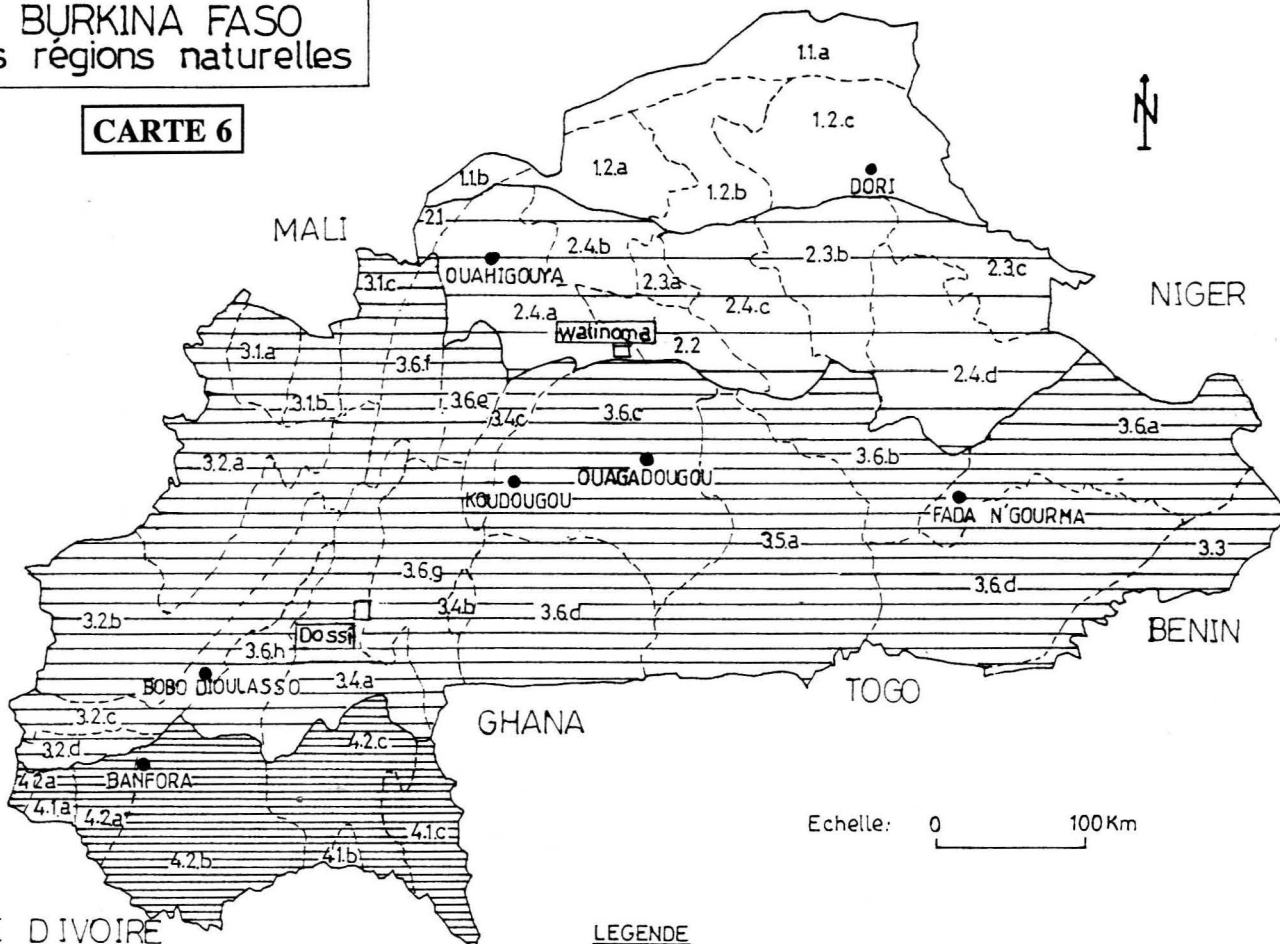
1.6.1. La région du "Plateau Central"

Cette région centrale du pays, composée de 12 provinces -dont celle du Bam qui contient le terroir de Watinoma-, prend en écharpe le territoire burkinabè sur un espace principalement habité par le groupe "Moosé". L'amalgame est d'ailleurs souvent fait entre "Plateau Central" et "Plateau Mossi" (cf. carte 7).

BURKINA FASO

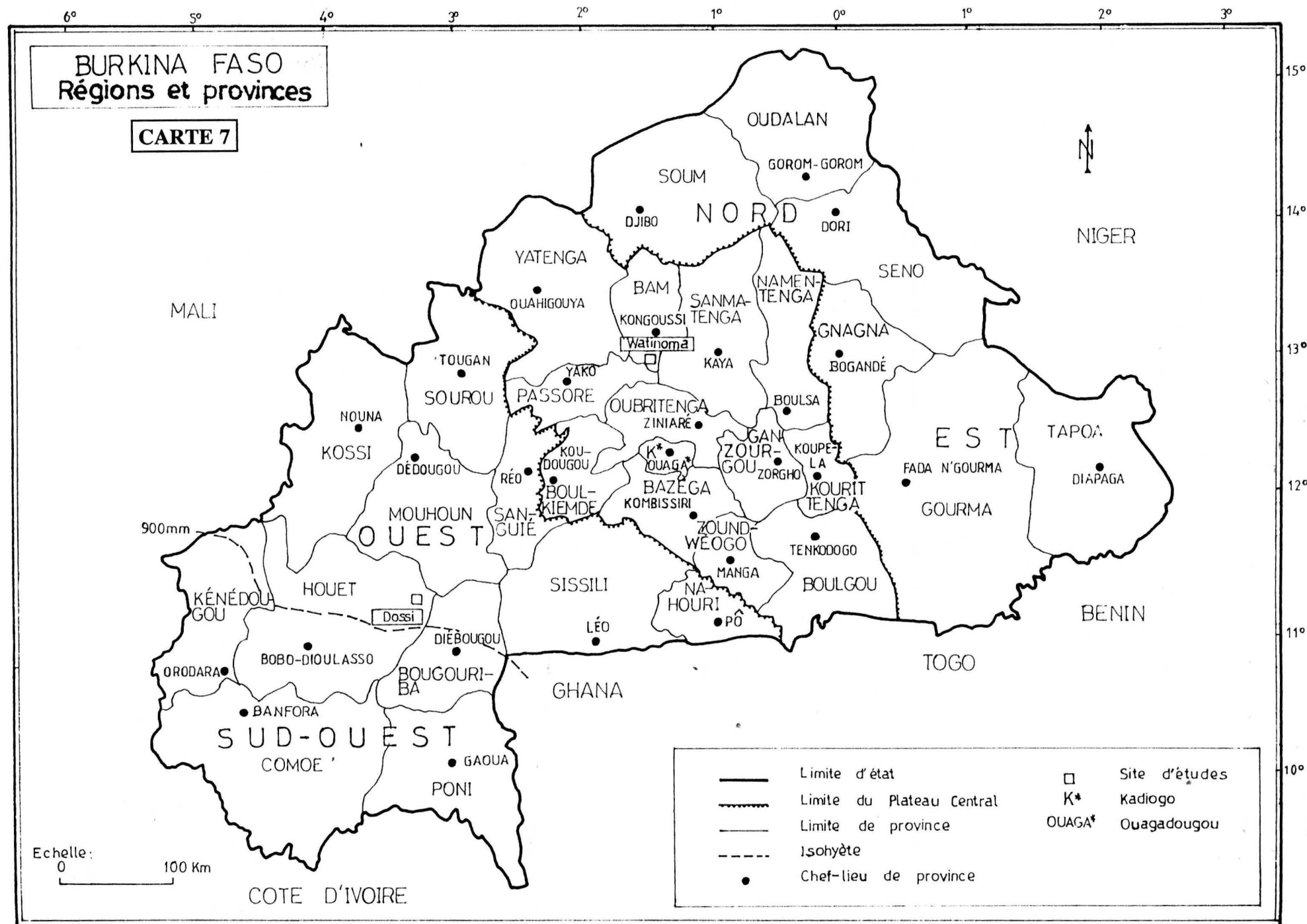
Les régions naturelles

CARTE 6



LEGENDE

DOMAINES CLIMATIQUES	RÉGIONS NATURELLES	UTILISATION TRADITIONNELLE DU MILIEU	CARACTÈRES IMPORTANTS DU MILIEU
SAHÉLIEN	Les franges de la plaine du GONDO 1.1.a : la vallée du BELI 1.1.b : la région de BAN	ELEVAGE (agriculture très marginale)	Ressources en eau non négligeables. Présence de mares naturelles : temporaires. Nappe phréatique : aquifère généralisé.
	L'OU DALAN 1.2.a OUDALAN OUEST (DJELGODJI), (DJIBO) 1.2.b OUDALAN CENTRAL (ARIBINDA) 1.2.c OUDALAN EST (DORI)	ELEVAGE (cultures vivrières exclusivement céréalières)	Ressources en eau non négligeables. Présence de mares naturelles : temporaires. Cultures vivrières possibles dans les bas-fonds.
SAHELO-SOUDANAIEN	2.1 : la bordure de la plaine du GONDO	ELEVAGE CÉRÉALICULTURE (cultures de rentes)	Nappe phréatique : aquifère généralisé.
	2.2 : les collines de roches vertes de KONGOUSSI-KAYA : le SALMATENGA Les milieux associés au Birimien volcano-sédimentaire basique à altération montmorillonitique prédominante 2.3.a : le bassin versant du lac de BAM (BOURZANGA) 2.3.b : LIPTAKO OUEST 2.3.c : LIPTAKO EST Les milieux associés aux roches acides à altération kaolinique prépondérante 2.4.a : le YATENGA OUEST 2.4.b : le YATENGA EST 2.4.c : la région de BARSALOGO 2.4.d : LIPTAKO SUD (YAGA), région de BOGANDE		Présence de sols à bonne richesse chimique. Ressources en eau localement importantes. Lacs et étangs naturels. Imptuvium important (massifs Birimien).
SOUDANAIEN NORD	La plaine du GONDO et la vallée du SOUROU 3.1.a : OUEST SOUROU 3.1.b : la vallée du SOUROU 3.1.c : EST SOUROU	CÉRÉALICULTURE ELEVAGE	Ressources en eau importantes. Stockage saisonnier des eaux de la Volta Nure dans le SOUROU. Nappe phréatique : aquifère continu. Présence de sols à bonne richesse chimique et de sols légers.
	Les plateaux sédimentaires (Hauts bassins) 3.2.a : reliefs gréseux et leurs versants obliqués 3.2.b : les dépressions subéquentes 3.2.c : les plateaux gréseux conséquents 3.2.d : reliefs grésolo-léritiques (côte et butte témoin)	CÉRÉALICULTURE (cultures de rentes) (élevage)	Ressources en eau importantes. Rivières pérennes, localement chutes d'eau, nombreuses sources permanentes. Nappe phréatique : aquifère continu. Sols légers, importance des inondations.
	3.3 : les marges de l'ATAKORA (ARLI, PENDJARI)	RÉSERVES NATURELLES	Rivière pérenne (la Pendjari), drainant les eaux du massif de l'ATAKORA.
	Les collines de roches vertes et les milieux associés 3.4.a : le pays BWA (HOUIDE) 3.4.b : la région de FARA-POURA 3.4.c : le massif de PILIMPIKOU	CÉRÉALICULTURE CULTURES DE RENTES	Présence de sols à bonne richesse chimique. Imptuvium important (massifs Birimien). Cuirassement important.
	Les milieux à altération montmorillonitique prédominante (Birimien + socle) 3.5.a : les bassins versants des VOLTA BLANCHE et ROUGE 3.5.b : le bassin versant de la KOMPIENGA et la région de SINGOU	(céréaliculture) (cultures de rentes) (élevage)	Présence de sols à bonne richesse chimique. Rivières à écoulement saisonnier et à bassin versant important (VOLTA BLANCHE, KOMPIENGA).
	Les milieux à altération kaolinique prépondérante (Birimien + socle) 3.6.a : le GOURMA 3.6.b : la région de BOULSA (plateau MOSSI EST) 3.6.c : le plateau MOSSI 3.6.d : le pays SAMO (région de TOUGAH) 3.6.e : le pays LELA (YATENGA SUD) 3.6.f : le bassin versant de la SISSILI (pays GOUROUNSI) 3.6.g : les bassins versants des deux BALE (pays KOI) 3.6.h : la bordure de la falaise de BANFORA (GWIWIKO)	CÉRÉALICULTURE (cultures de rentes) (élevage)	Carapacement important, sols légers. Ressources en eau moyennes (eaux superficielles). Nappe phréatique : aquifère discontinu.
			Sols légers, carapacement moyennement développé. Sources au pied de la falaise de BANFORA.
SOUDANAIEN SUD	Les collines de roches vertes et les milieux associés 4.1.a : le bassin versant de la LERABA 4.1.b : la région de KAMPTI 4.1.c : les pays LOBI et DAGARA	CÉRÉALICULTURE TUBERCULES (cultures de rentes)	Sols à bonne richesse chimique, cuirassement important. Rivières pérennes (LERABA, VOLTA NOIRE).
	Les milieux à altération kaolinique prépondérante 4.2.a : le pays TURKA (région de SOUBAKANEDOUGOU) 4.2.b : le bassin versant de la KOMOE 4.2.c : le bassin versant du PONI		Sols légers, localement érosion importante, carapacement moyennement développé. Rivières pérennes (KOMOE). Nappe phréatique : aquifère discontinu.



Près de la moitié de la population burkinabè y vit et, de fait, les densités y sont élevées (cf. cartes 8 et 9). On a enregistré au dernier recensement de 1985 une population moyenne de 76 habitants au km², avec localement des maxima de 100 à 150 habitants au km² (SEDOGO, 1993). Peu de zones homo-écologiques portent, ailleurs en Afrique, de telles densités.

Les taux d'occupation du sol sont parmi les plus élevés du pays, de 20 à 30 %, et le double sur certains terroirs, qui ne disposent plus de jachères et surexploitent leurs terres. Il n'est donc pas surprenant que la partie septentrionale de cette région, la plus sèche, ait connu en période de grande sécheresse des migrations massives d'agriculteurs en direction de l'ouest et du sud du pays. Les mouvements migratoires continuent de nos jours.

Les systèmes de production sont ici basés sur une agriculture essentiellement vivrière et un élevage extensif.

Sorgho et mil¹, et, sur de moindre superficies, maïs, arachide et niébé², sont les principales cultures faites sur sols ferrugineux tropicaux lessivés qui dominent les toposéquences. Le cotonier est principalement localisé sur les sols les plus profonds, en bas de versants et bordure de bas-fonds.

L'exploitation familiale est constituée de parcelles, en général de petite dimension, et de forme irrégulière, dispersées, qu'il s'agisse de parcelles collectives (dominantes) ou de parcelles individuelles (cultivées, par exemple, en arachide par les femmes qui en tirent des revenus).

Trois types de champs peuvent être rencontrés :

- les "champs de case", jouxtant les habitations³ et généralement cultivés sous la responsabilité du chef de famille, chef d'exploitation. Les parcelles y sont très petites, souvent inférieures à 0,5 ha, rarement supérieures à 1 ha. Elles bénéficient d'une fumure organique abondante, faite de déchets ménagers et de fumier animal.

Associés aux cultures vivrières (sorgho, mil, maïs) et condimentaires (gombo⁴, oseille⁵ et parfois légumes), les arbres, même en nombre limité, y constituent toujours des "parcs de case". Le baobab (*Adansonia digitata*) et *Faidherbia albida* sont ici très communs sur cette zone de cultures permanentes ;

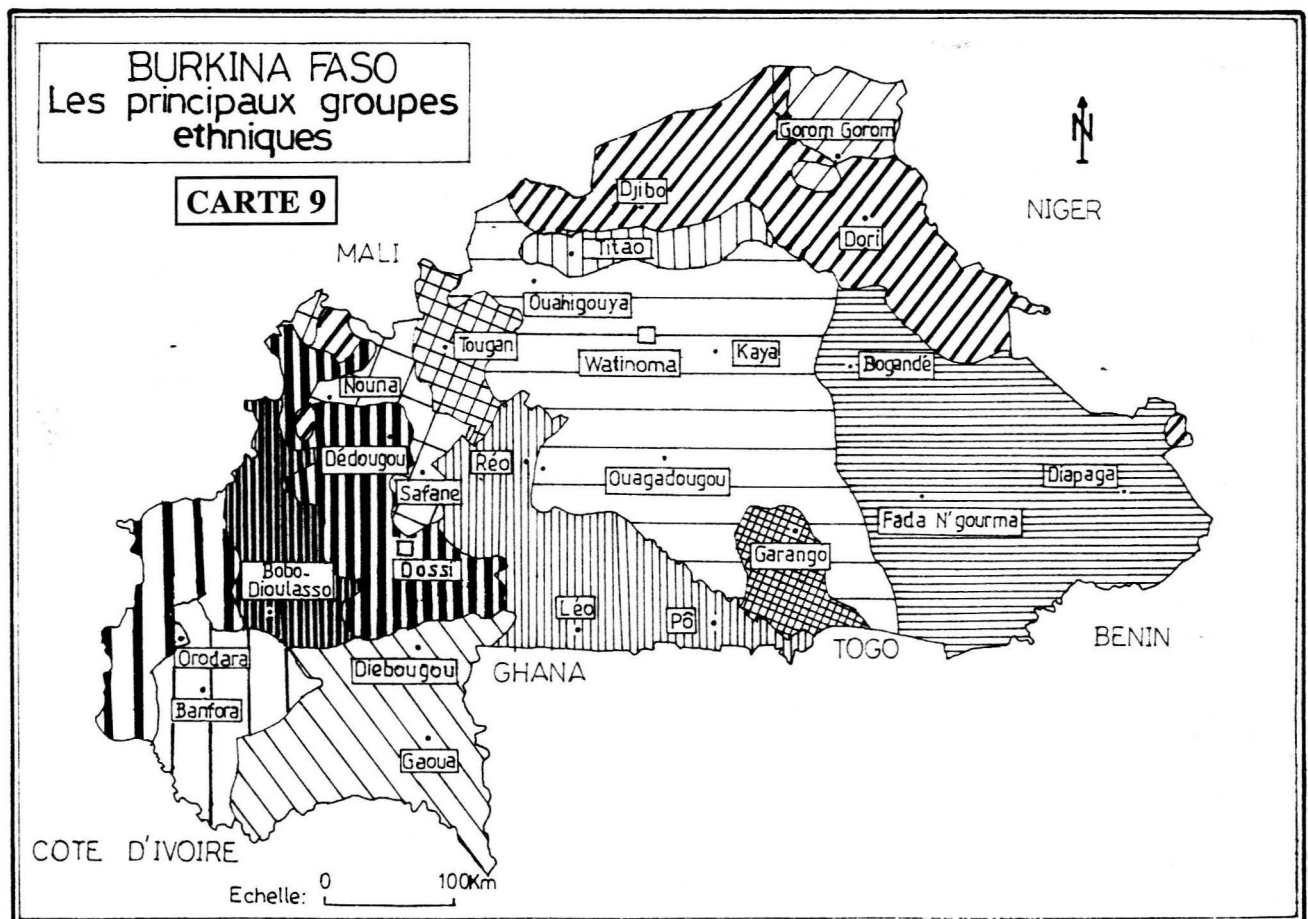
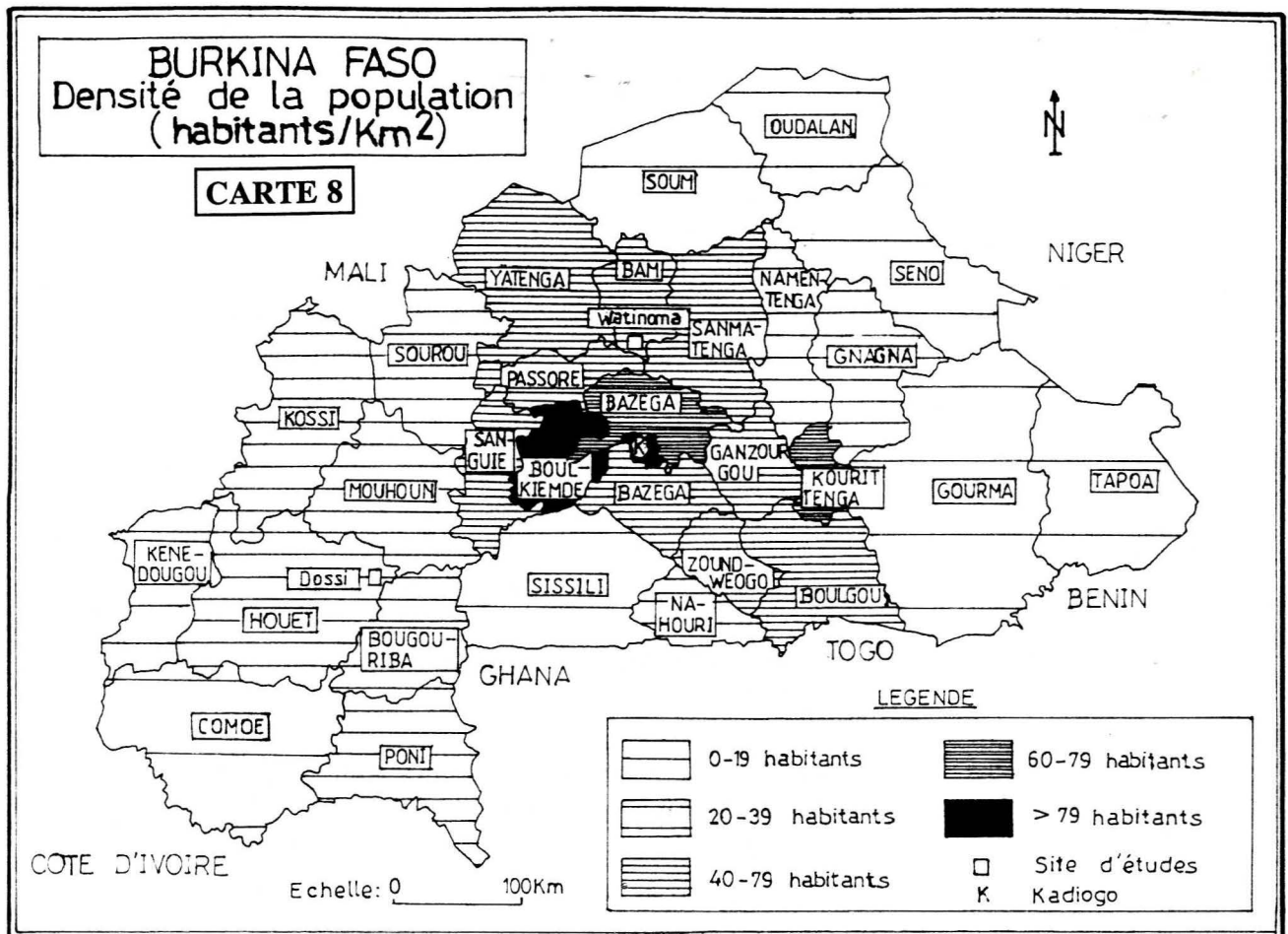
¹*Sorghum bicolor* et *Pennisetum typhoides*

²*Zea mays*, *Arachis hypogea* et *Vigna unguiculata*

³L'habitation ou concession familiale dénommée zaka (zagsé au pluriel), est formée de plusieurs cases circulaires réunies par un mur circulaire. Elle regroupe généralement le chef de famille, ses femmes et ses enfants non mariés.

⁴*Hibiscus esculentus*

⁵*Hibiscus sabdariffa*, encore appelée oseille de Guinée ou roselle



- les "champs de village" qui se distribuent non loin de l'habitat et incorporent la plupart des champs individuels. Ils ne constituent pas toujours une zone bien différenciée qui peut n'être que le prolongement des champs de case ;

- les "champs de brousse", les plus éloignés du village qui ne sont pas fumés ou le sont peu (du moins en fumure organique). Les parcelles y sont généralement plus vastes (quelques ha), cultivées communautairement ou individuellement, à base de sorgho souvent associé au niébé et au mil ou de coton. Ces parcelles ont été initialement défrichées sur la "brousse".

Mais aujourd'hui, sur beaucoup de terroirs surexploités du Plateau Central, la distinction entre ces types de champs est devenue tenue. C'est fréquemment un continuum de cultures et la notion de champs de brousse est toute relative sur les terroirs les plus exigus.

Les paysages agraires sont partout fortement anthropisés, qu'il y ait une continuité d'occupation du sol ou discontinuité ou encore une organisation en îlots de continuité comme c'est le cas en zone de collines birrimiennes, au nord du Plateau central (Bam, en particulier). Précisément, cette sous-région du "Centre-nord" dont relève Watinoma est bien différente du reste de la région par des reliefs nombreux et relativement élevés (altitude > 400 m) et des pentes fortes (souvent > 50 %). Les collines sont généralement coiffées d'une large dalle tabulaire au front cuirassé ou apparaissent plus isolées en dômes arrondis (appelés "collines rouges" par les Peuls à Watinoma). De larges espaces intercollinaires les prolongent jusqu'aux axes de drainage. Dans ce paysage compartimenté, l'habitat apparaît regroupé au pied des talus cuirassés ou au piémont des collines alors qu'il est généralement très desséré sur le reste du Plateau central. L'occupation des sols y est plus circonscrite. Mais, comme ailleurs sur ce Plateau central qui forme un ensemble complexe, la densité humaine et l'importance de l'emprise agricole, différencient plus que le modelé lui-même la physionomie des systèmes agraires.

C'est ce qui ressort de l'analyse de deux paysages agraires :

- de la région de Dakola-Pilimpikou (Passoré), étudiée par KOHLER (1971).

Situé au cœur des collines birrimiennes dans la partie centre nord du Plateau central, le terroir de Dakola a un taux d'occupation agraire très élevé ; 76 % dont la moitié en champs de brousse. Le couvert arboré y est continu, sous forme de parcs arborés devenant arbustifs sur sols peu évolués. Les faciès changent en fonction de la toposéquence et de l'aménagement des sols : parcs denses à *Faidherbia albida* ou à karité (*Butyrospermum paradoxum*) près du village, plurispécifiques à karité, néré (*Parkia biglobosa*), tamarinier (*Tamarindus indica*), kapokier (*Bombax costatum*), en périphérie, ou encore intégrant de grands arbres tel que *Khaya senegalensis* en bas de versant et bas-fonds. Sur ces derniers sites, correspondant à des champs de village, les cultures deviennent permanentes (sorgho blanc et coton) alors qu'entre ceux-ci et les champs de case, en hauts de versant, s'étendent des champs à caractère temporaire sur des sols de moindre fertilité. Il n'existe pas ici de véritables jachères, ni ailleurs de rotations de cultures systématiquement pratiquées ;

- du terroir de Zaongho à l'ouest de Koupéla (Kouritenga), étudié par LAHUEC (1980).

Ce terroir est situé dans la partie centre-est du Plateau central, ici très plane, où les sols sont généralement de médiocre fertilité. Les champs de brousse initiaux ont été progressivement transformés en champs de case et de village centrés sur de nouveaux habitats du fait de la pression démographique. Les cultures de plateaux, sont faites en quasipermanence sur la majeure partie de ce terroir moosé. Mil et sorgho rouge, généralement associés au niébé ; dominent les cultures. Récemment, se sont développées, des cultures de bas-fonds (à base de riz, manioc et divers légumes et arbres fruitiers tels que manguiers et goyaviers).

Les parcs à karités, nérés, baobabs, pruniers (*Slerocarya birrea*) et raisiniers (*Lannea microcarpa*, espèce très ubiquiste) et, par taches à *Faidherbia albida* accompagnent tous les espaces cultivés du plateau. Les espaces restants, des "brousses" très dégradées, sont essentiellement arbustifs à base de combretacées et de *Piliostigma reticulatum*.

A une échelle plus fine, on constate une assez grande diversité de la strate ligneuse composée d'environ 30 espèces et de leur combinaison en parcs agroforestiers. Les densités vont de quelques pieds à l'hectare à près de 30, vergers exclus.

A Zaongho, comme sur de nombreux terroirs du Plateau central, le déséquilibre entre les ressources naturelles et leur renouvellement, d'une part, et la pression démographique et les façons culturales, d'autre part, va grandissant. L'espace cultivé est très insuffisamment fumé, à l'exception de micro-parcelles de case. Ce ne sont ni la vaine pâture des chaumes par le bétail ni les quelques contrats de fumure passés avec les Peuls qui peuvent améliorer ou ne serait-ce que maintenir des rendements, très faibles (en moyenne 400 kg/ha de mil).

1.6.2. La région de l'Ouest

Cette région, bien distincte de la précédente, au moins par son climat plus humide et très favorable à l'agriculture, a une délimitation apparemment moins unitaire que le Plateau central du fait de la diversité des groupes ethniques qui y sont rencontrés : Samo et Marka du groupe Mandé, Gurunsi, Bobo et Bwaba qui leur sont apparentés, pour les principaux. Mais les Moosé y sont de plus en plus nombreux, migrants venus du nord du pays à la recherche de terres nouvelles à défricher dont dispose encore -pour un certain temps- cette région.

La région couvre sept provinces : Sourou, Sanguié, Sissili, Kossi, Mouhoun et la partie septentrionale du Houet et de la Bougouriba, (cf. carte 7). Sa limite sud correspond approximativement à l'isohyète 900 mm. Elle départage également les groupes ethniques précédemment cités de ceux du sud-ouest : Lobi, Toussian et Sénoufo, pour les principaux (cf. carte 9).

Ce qui différencie à première vue la région Ouest, c'est l'étendue de ses ressources naturelles, le couvert arboré relativement dense des formations naturelles et, ceci expliquant en partie cela, une assez faible densité de population (en 1985, 20 à 40 habitants/km² et seulement 10 à 20 dans la partie sud orientale de cette région).

Le taux d'occupation agricole varie de 10 à 15 % d'une Province à l'autre, comme l'indique le **tableau 3** ci-dessous.

TABLEAU 3 : COMPARAISON DES TAUX D'OCCUPATION AGRAIRE DES REGIONS DE L'OUEST ET DU PLATEAU CENTRAL

OCCUPATION DU SOL (%)	Région de Houndé (Houet) ¹	Terroir de Daboura (Kossi) ²	Terroir de Pisaï (Sissili) ³	Région de Barra (Mouhoun) ³	Region de Dakola-Pilimpikou (Passoré) ⁴	Terroir de Zaongho (Kouritenga) ⁵
TAUX D'OCCUPATION AGRAIRE	15,6	9	13,8	18	76	50
-DONT CHAMPS DE CASES ET DE VILLAGE	< 5	2,8	2,5	3,9	38	> 30

Sources : (1) MORANT (1989)
 (2) BENOIT (1973)
 (3) MARCHAL (1983)
 (4) KOHLER (1971)
 (5) LAHUEC (1980)

L'habitat y est plus discret, généralement groupé⁶ au sein de terroirs bien individualisés, à la différence d'une coalescence certaine des habitats dispersés qui se succèdent sur les terroirs les plus peuplés du Plateau central qu'uniformise l'exploitation généralisée des sols.

A l'Ouest, la diversité des paysages agricoles apparaît avant tout liée à la continuité ou à la discontinuité du semis de peuplement. Celui-ci est le plus souvent régulier. Ce qui n'empêche pas un certain éparpillement des cultures en dehors de l'aire villageoise proprement dite. On observe par exemple fréquemment en pays bwa, une forte dichotomie entre, d'une part, l'aire des petits champs permanents de case et ceux attenants de village qui constituent une auréole de cultures soignées et ordonnées et, d'autre part, les champs de brousse. Ceux-ci sont souvent fort éloignés du village, constitués sur défriches d'assez grande surface et de forme souvent régulière. Ils sont cultivés temporairement sur des périodes de 5 à 10 ans.

⁶ Les habitations sont des constructions cubiques à toit en terrasse : elles sont groupées en quartiers - correspondant généralement à des lignages- et délimitent des ruelles étroites.

On retrouve là-aussi l'omniprésence des parcs agroforestiers : parcs à *Faidherbia albida* ou à karités, nérés et raisiniers, autour du village, et parcs à karités et nérés sur champs de brousse, pour les plus communs.

Enfin, il existe une différenciation des paysages agraires dans cette région de l'Ouest en fonction du modelé, qui présente trois types de faciès : paysages sans relief, paysages avec affleurement de dalles rocheuses ou de cuirasses encadrant des plaines alluviales plus ou moins larges, et paysages des collines birrimiennes aux versants parfois aménagés en terrasses pour les cultures (pays bwa).

1.7. LES SOCIÉTÉS TRADITIONNELLES BWA ET MOOSE

Dossi et Watinoma, terroirs retenus pour notre étude comparative des parcs à *Faidherbia albida*, relèvent respectivement des pays bwa et moosé dont les communautés ont des modes d'organisation politique, sociale et foncière bien distincts.

La gestion de l'espace et en particulier celle des parcs agroforestiers en résulte nécessairement bien que l'évolution sociale et économique montre aujourd'hui un nivellement des particularismes et de la force des sociétés traditionnelles.

Les sociétés bwa et moosé ont été étudiées par de nombreux auteurs dont SAVONNET (1959), CAPRON (1973), LEMOAL (1980) pour les Bwas et BENOIT (1973) et DEVERIN-KOUANDA (1992) pour les Moosé⁷, auxquels nous nous réferrons.

1.7.1. Les Bwas

Les Bwas occupent un territoire étroit, allongé du sud au nord entre la région de Houndé et celle de Nouna, au Burkina Faso ; le territoire s'étend au delà de la frontière avec le Mali, jusqu'à la région de Sofara (cf. carte 9).

La communauté bwa qui comprend de nombreux groupes et dialectes compte au Burkina Faso environ 250 000 habitants, soit moins de 3 % de la population du pays.

Le peuplement bwa est d'abord caractérisé par son ancienneté et sa fixité. Les bwas sont demeurés à l'écart des courants politiques et historiques, constitués à l'ouest par les grands empires islamisés du Mali et du Sonrhāï et, à l'est, par les empires moosé de tradition féodale (CAPRON, 1971).

De fait, les Bwas qui relèvent des "sociétés segmentaires à organisation primaire villageoise" s'opposent aux "sociétés à pouvoir centralisé et à organisation lignagère" telle que la société moaga⁷.

⁷Moosé, pluriel de moaga ; nous avons retenu l'orthographe moosé/moaga qui correspond à la transcription phonétique officielle (CNLV, 1976).

Pour reprendre la synthèse de TERSIGUEL (1992), la société bwa est caractérisée par :

- la juxtaposition de lignages organisés dans un cadre communal et possédant une autonomie politique. C'est à partir du village et de sa communauté que s'organise l'espace. Le village lui-même est groupé en quartiers contenant les lignages ou segments de lignages organisés en maisons ou unités de production collective ;

- l'absence de pouvoir centralisé régional ou étatique. Les villages bwes forment une mosaïque de communautés politiquement indépendantes qui auraient jadis été fédérées sous l'autorité d'une chefferie provinciale coutumière. Celle-ci était alors chargée de garantir le foncier et d'assurer une sécurité à une époque pré-coloniale où les habitants devaient se défendre des razzias venues de l'extérieur (SAVONNET, 1974) ;

- une forte identité culturelle et religieuse. Par le refus d'un pouvoir centralisé, les communautés bwes ont dû développer une forte cohésion sociale qui se traduit encore aujourd'hui par un attachement aux coutumes ancestrales et une conscience élevée des valeurs traditionnelles. Celles-ci n'ont pas empêché les Bwabas de s'approprier de nouvelles technologies qui ont transformé le paysage agraire (charrue attelée, par exemple).

Mais c'est aussi l'organisation spatiale du terroir qui par des modes d'exploitation nouveaux a été modifiée (culture extensive du coton).

Traditionnellement, l'espace agricole était centré sur le village, groupé. Au delà de l'aire villageoise, strictement circonscrite, s'étendaient successivement des champs de case et de village et des champs de brousse, toute zone étant fixée en y intégrant des lieux de culte.

Les champs permanents, de case et de village constituaient alors deux auréoles plus ou moins fumées, la première, étroite, en champs attenant aux habitations et, la seconde, très large et remarquable par son parc à *Faidherbia albida*.

Les champs de brousse ouverts sur brûlis n'avaient pas la même étendue, ni l'importance qu'ils ont acquise avec le développement de la culture du coton.

Le parc à *Faidherbia albida*, zone de culture intensive, contenait vraisemblablement l'essentiel de la production agricole à une époque où la brousse, lieu de multiples dangers, était encore très peu exploitée.

Le travail de la terre était la principale activité des Bwas. La petite communauté de forgerons et griots complétait celle des agriculteurs mais aujourd'hui ces différentes catégories sociales s'adonnent toutes à l'agriculture, principalement axée sur le coton.

La pratique de l'élevage par les Bwas est assez récente. Le bétail était autrefois confié aux Peuls avec lesquels les agriculteurs semblent avoir eu des relations d'assez longue date et initialement conflictuelles. D'après SAVONNET (1960), avant que la charrue attelée et les boeufs de trait ne soient pleinement diffusés, les paysans bwes usaient largement de la fumure animale.

Cet aspect est essentiel à considérer dans l'origine et le développement du parc à *Faidherbia albida* si tant est qu'il existe une relation déterminante entre l'espèce et sa propagation par le bétail.

L'organisation foncière du terroir repose toujours sur une indivision collective de la terre, au niveau de chaque lignage et sous l'autorité du chef de lignage. De la même façon, le chef de terre est presque toujours issu du ou des lignages fondateurs et la répartition initiale du terroir en quartiers de culture est généralement inchangée. Toutefois, les derniers lignages arrivés ne disposent en principe que d'un droit d'exploitation et non d'appropriation.

L'organisation foncière est donc bâtie sur l'antériorité et la territorialité lignagère.

Au sein de chaque lignage, les maisons ou segments de lignages⁸ jouissent d'un droit d'exploitation assimilé à un droit d'usage de la terre. Celle-ci revient à la communauté si elle n'est pas exploitée, comme c'est le cas dans la plupart des sociétés traditionnelles.

Le chef de terre, quant à lui, est responsable des terres de son lignage et des terres vacantes non attribuées aux lignages. Il garantit de son autorité morale le droit d'appropriation des terres des lignages et l'intégrité territoriale du terroir.

L'organisation sociale de la communauté villageoise, le partage des pouvoirs politique et religieux et la structuration des lignages bwans en groupes ayant autorité pour gérer la vie sociale et économique des familles montre une forte hiérarchisation des tâches et responsabilités. Celles-ci sont légitimées par le principe de séniorité. Les anciens détiennent tous les pouvoirs et inévitablement, aux yeux des plus jeunes, celui d'en abuser par l'accaparement des revenus et des surplus, en particulier.

Mais aujourd'hui cette gérontocratie a beaucoup moins de pouvoir qu'autrefois. L'organisation de la vie économique et sociale s'est simplifiée à travers le développement de la culture du coton et de nouvelles pratiques agricoles conçues et diffusées à l'échelle d'unités de production plus petites et à l'autonomie promue.

1.7.2. Les Moosé

Les Moosé représentent plus de 50 % de la population du territoire burkinabè.

Ils occupaient autrefois une zone principalement circonscrite à la région du Plateau Central, par analogie alors dénommée "Plateau Mossi". Aujourd'hui, rares sont les régions où on ne les rencontre pas en communautés à forte expansion territoriale. Ces communautés sont constitutives des flux migratoires qui depuis les années 70 de grande sécheresse ont pris une large amplitude entre le nord, désertifié, et le sud et l'ouest aux ressources naturelles encore généreuses. C'est le cas de l'arrivée massive d'agriculteurs moosé en pays bwa.

⁸ Famille, au sens large, patrilinéaire, qui regroupait autrefois couramment plusieurs dizaines de personnes par le jeu des alliances matrimoniales. Le nombre, et donc la main d'œuvre agricole, conférait alors la prospérité au groupe.

Aux dires de BENOIT (1982), il semble que migrer et investir de nouveaux territoires soit une nature première chez les Moosé. Il en résulte entre ceux-ci et les autochtones bwabas un comportement opposé vis-à-vis de leur environnement. Les derniers ont sur la base de la connaissance de leur milieu, une exploitation mesurée et intégrée des ressources naturelles, de la fertilité du sol en particulier.

Les Moosé agissent avec la nature comme des conquérants auxquels ils peuvent historiquement se référer⁹.

L'occupation de l'espace s'apparente à une prise de pouvoir. Elle renvoie à la structure très hiérarchisée de la société moaga, fondée sur la dualité consommée du pouvoir et du sacré, des vainqueurs et des vaincus.

Le Mogho est donc composé des descendants des fondateurs des royaumes établis par la conquête et des descendants des peuples conquis et assimilés. Ce sont les "anciennes gens" dépositaires du sacré que les Moosé reconnaissent et respectent ayant ainsi parfaitement intégré à leur pouvoir ces premiers occupants, les Tengbiisi ou Nioniosé. Aux maîtres reconnus des éléments naturels et les forces occultes qui les animent, s'oppose la culture des Nakomsé, Moosé apparentés aux dynasties regnantes. "Aux gens de la terre, les mossés demandent la légitimation de leur pouvoir car ils sont étrangers au territoire sur lesquels ils exercent celui-ci" (IZARD, 1985).

Les Moosé qui ont le pouvoir politique ("naam") et la domination de l'organisation sociale constituent avec les autochtones un ensemble complémentaire structuré en une répartition des fonctions qui va jusqu'aux concepts du monde et des hommes (DEVERIN-KOUANDA, 1994).

De ce point de vue là, les Moosé ont une vision très anthropocentrique de l'univers. Le moaga pense que tout est pour lui ou pour le servir (...). Il fait du monde et des autres composantes sa chose, rapporte DEVERIN-KOUANDA (1994).

La société moaga, stricte, comprend elle-même les gens du commun, "Talsé" ou "Zemba", par opposition aux gens du pouvoir. S'y ajoutent des forgerons d'origine pré-moosé qui ici comme ailleurs cohabitent avec les autres sans s'y mélanger et des Yarsés, commerçants musulmans d'origine Mandé. C'est très précisément cet ensemble de groupes organisés en lignages patrilinéaires que nous retrouvons à Watinoma.

La société rurale traditionnelle y est fondée ici comme ailleurs sur le lignage et le quartier. La concession ou "yiri" regroupe l'habitation ("zaka"), les habitants de la famille, au sens large, et les champs de case attenants à l'habitat ("kamangsé"). L'espace environnant est conçu comme très utilitaire. C'est une aire d'autorité où l'environnement est

⁹Le Mogho, pays des Moosé ou espace moaga s'étendait après la conquête au XVII^{ème} siècle de Tenkodogo du sud jusqu'à Ouahigouya dans le Yatenga. La conquête s'est faite par vagues successives à partir du Ghana, accompagnées de colonisations ponctuelles puis extension intersticielle de ces noyaux, à l'instar du processus de migration actuel.

essentiellement perçu en fonction de ce qu'il peut donner à l'homme. Il n'en demeure pas moins que les liens entre celui-ci et les éléments de la nature sont très forts et que tout écart à la norme est toujours signifiant.

Ainsi, l'arbre qui est conçu comme le double de l'homme s'en différencie du fait qu'il contient des forces occultes et exprime le caractère de pérennité de la nature. Planter des arbres était donc autrefois interdit au risque d'en mourir car c'était prétendre se substituer à cette nature. Et, de la même façon, comme le rappelle VIMBAMBA (1995), garder beaucoup d'arbres dans son champ, c'était prendre autant de risques de maintenir des génies qu'il fallait satisfaire et dans tous les cas respecter. Aujourd'hui, on plante des arbres sans craindre de châtement et si la terre est encore le lieu sacré des ancêtres, elle est devenue un objet de production devant répondre à des impératifs économiques.

1.8. CONCLUSION

On peut retenir de cette présentation générale du milieu et des hommes au Burkina Faso que le pays constitue un ensemble à la fois uniforme par sa géographie et les fortes contraintes climatiques qui s'exercent sur le territoire, et diversifié pour des raisons historiques et culturelles.

La sécheresse, l'erratisme des pluies, le manque de ressources en eau et, sur la majeure partie du territoire burkinabè, la médiocre fertilité des sols, rendent précaires les productions agricoles. Ainsi, dans les régions sahéliennes, les plus déshéritées, l'autosuffisance alimentaire n'est pas toujours réalisée d'une année à l'autre.

Mais la dégradation des ressources naturelles et la baisse générale des rendements agricoles ont pour causes principales une très forte pression démographique et l'inadéquation des réponses en matière d'aménagement des terres et de durabilité des systèmes de production (déforestation, disparition des jachères, surexploitation des sols, avec parallèlement, perte de savoirs traditionnels, déstructuration sociale et dysfonctionnements économiques...).

Cependant, d'une région à l'autre, d'importantes différences existent que traduisent les paysages agraires plus ou moins diversifiés et structurés. Ceux-ci résultent largement des relations entre l'homme et son environnement, relations généralement fondatrices des sociétés agraires traditionnelles. C'est le cas de la société bwa à laquelle appartient la communauté de Dossi et qui au moins sur ce plan se différencie des Moosé, groupe numériquement et politiquement dominant dont relève la communauté de Watinoma.

Au delà de clivages dans les concepts et pratiques de l'organisation sociale et de la gestion territoriale des différentes communautés, un point essentiel apparaît commun à l'ensemble des paysages agraires : c'est l'omniprésence de l'arbre associé aux cultures en parcs agroforestiers. Quelque soit l'ethnie et la zone écologique considérée, il n'existe pas au Burkina Faso de systèmes de culture traditionnels sans arbre ni arbuste conservé.

CHAPITRE 2 : AIRE DE DISTRIBUTION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET PARCS A *FAIDHERBIA* AU BURKINA FASO

2. 1. PROSPECTION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET INTERPRETATION ECOLOGIQUE DE SA DISTRIBUTION

Les principales études de prospection de *Faidherbia albida* et de son aire de distribution au Burkina Faso, réalisées par NONGONIERMA (1978), BONKOUNGOU (1987), OUEDRAOGO (1993) et, plus systématiquement, par SAWADOGO (1987 et 1992) et le CNSF (1989), montrent que l'espèce couvre l'ensemble du territoire burkinabè avec toutefois d'importantes disparités d'une région à l'autre.

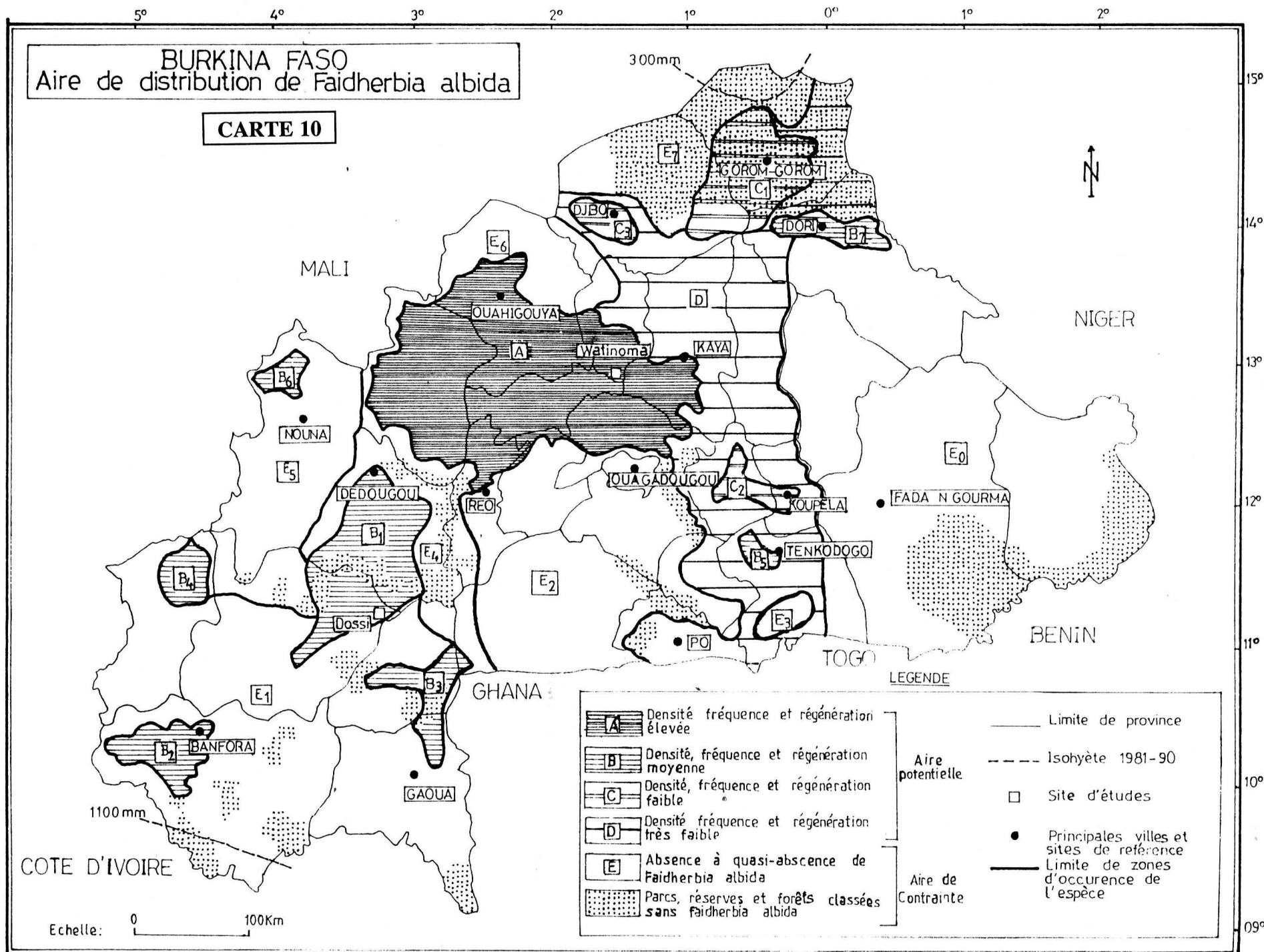
Ces prospections et les travaux de multiples auteurs qui, mentionnent l'espèce à travers diverses études géographiques ou socio-agronomiques, confirment à l'évidence le caractère anthropique de *Faidherbia albida* : l'espèce est toujours décrite sous forme de parcs plus ou moins denses et étendus, parfois en peuplements résiduels mais toujours inféodés, aux sociétés agraires ou pastorales d'aujourd'hui ou de jadis qui les ont fait naître ou en ont hérités.

De fait, il apparaît délicat de parler d'aire "naturelle" au sens où METRO (1975) la définit comme l'ensemble des points où une espèce peut exister "naturellement". D'ailleurs, à travers l'"essai d'évaluation de la végétation ligneuse" de TERRIBLE (1976), il est notable qu'à travers les 815 relevés réalisés sur l'ensemble du territoire national, *Faidherbia albida* ne ressorte jamais des inventaires et de l'analyse de la végétation naturelle ligneuse du pays. Il est donc plus approprié de parler de "l'aire de distribution" de *Faidherbia albida*, aire qui correspond à la "surface renfermant toutes les localités connues dans lesquelles est présente l'espèce" (DAGET et GODRON, 1979, cité par SAWADOGO, 1987).

Aussi, ce caractère anthropique marqué de l'espèce -considéré dans notre étude comme le facteur le plus discriminant du fonctionnement et de la dynamique des parcs-, fait assez justement dire à LEMAIRE (1954) que l'homme est "gaogène" (gao, nom du faidherbia en sérère). Ce néologisme qui désigne les sociétés agro-pastorales à l'origine de la diffusion de l'espèce et de son aménagement en parcs, renvoie au "groupement végétal stable anthropogène", substitué au climat, de TROCHAIN (1949).

Les prospections de SAWADOGO (1987), établies sur la reconnaissance de 118 peuplements à *Faidherbia albida* font ressortir deux grands ensembles de distribution de l'espèce au Burkina Faso, contenus entre les latitudes 10° et 14° 45' nord correspondant aux isohyètes 300 mm et 1 100 mm, soit l'ensemble de la surface du pays (cf. carte 10) :

- 1- "L'aire potentielle" de l'espèce, à l'ouest du méridien 0° qui passe par Dori. Bien que discontinue, cette aire comprend la quasi-totalité des peuplements inventoriés, distribués en quatre zones de concentration :



- A :** la zone la plus étendue à fréquences, densités et régénérations élevées de l'espèce. Située entre les 12^{ème} et 14^{ème} parallèles nord, cette zone de prédilection s'étend sur la province du Sourou et sur la moitié nord du Plateau Central, au nord de Ouagadougou. Elle correspond à une des régions les plus peuplées du pays, exploitée de longue date par des sociétés agraires et pastorales. Le terroir de Watinoma en fait partie. Par contre, la province du Sourou où dominent les Samos est faiblement peuplée ;
- B :** une zone caractérisée par des fréquences, des densités et des régénérations moyennes de l'espèce. Elle compte sept unités principalement distribuées dans l'ouest et le sud-ouest du pays, sous climat nord et sud-soudanien (dans les provinces de la Kossi, du Kénédougou, de la Comoé, du Houet, du Mouhoun, de la Bougouriba et du Poni) au sud, dans le Boulgou, et dans le Sahel, autour de Dori (unités B1 à B7) ;
- C :** une zone de faibles fréquences, densités et régénérations dont deux unités sont situées en territoire sahélien (centrées sur Djibo et Gorom-Gorom) et la troisième, au centre, dans la région qui va de Zorgho à Koupéla ;
- D :** c'est la surface restante. Elle correspond à une très faible fréquence de peuplements qui ne présentent aucune tendance à s'associer aux zones précédentes.

Cette aire potentielle qui a fait l'objet d'une prospection approfondie en 1989 (CNSF) peut être précisée comme suit :

- au delà de Ouahigouya, en zone sahélienne, les concentrations de *Faidherbia* sont rares, sauf en cas de présence d'eau (marigot, nappe phréatique) ;

- entre Ouahigouya et la frontière avec le Mali, au nord-ouest, l'espèce n'aurait jamais existé aux dires des paysans, si ce n'est que très ponctuellement à Thiou (et, plus à l'est, à Bourzenga) où *Faidherbia* apparaît comme une espèce ripicole, en "galerie forestière", selon l'auteur ;

- l'extension de *Faidherbia albida* se serait faite à partir du réseau hydrographique du Bam, assez dense et propice au développement de l'espèce qui est abondamment représentée sur les rives du lac de Bam ;

- l'abondance de l'espèce entre Ouahigouya, Dédougou et Ouagadougou serait liée à la fois à une pluviométrie et aux conditions pédohydriques favorables à l'espèce et, initialement, à la présence de zones de diffusion telle que le réseau du Bam, à l'est, et la vallée du Sourou, à l'ouest. La diffusion de l'espèce -via le bétail- aurait été réalisée à partir des semenciers de ces zones, où les peuplements apparaissent aujourd'hui vieillissants ;

- toutefois, la même hypothèse ne peut être étendue à des zones pourtant contiguës et similaires telles que le sud de l'Oubritenga et du Namentenga où *Faidherbia albida* est rare. Les seules conditions écologiques ne diffèrent pas suffisamment pour expliquer de telles variabilités est-il conclu. Ce constat est vérifié, nous le verrons, pour d'autres régions ou zones écologiques marquées de diverses empreintes socio-historiques et ethniques.

2- Une "aire de contrainte" de l'espèce qui comprend :

- l'est du pays (E0) ou presque aucun peuplement à *faidherbia* n'a été identifié. Selon l'auteur, il s'agirait là d'une aire "écologiquement défavorable au développement de l'espèce"... bien que le climat et les sols de cette région ne soient pas reconnus comme des facteurs limitants pour le développement du *faidherbia*. Par contre, en citant GUINKO qui observe qu'à la suite de la sécheresse des années 70, les Peuls et leurs troupeaux quittant le nord pour s'installer massivement dans cette région faiblement peuplée, auraient favorisé la diffusion du *faidherbia*, il est clairement démontré que les facteurs d'aménagement prévalent sur les conditions écologiques. En effet, la sédentarisation des Peuls aurait transformé les jachères boisées à *Terminalia spp.* en jachères arbustives dominées par des "acacias" dont *Faidherbia albida*. Mais cet exemple n'est pas isolé au Burkina Faso où, en dix à vingt ans, des peuplements à *faidherbia* sont (re)-apparues, malgré l'avis de nombreux observateurs, pour qui beaucoup de peuplements à *faidherbia* auraient régressé ou ne seraient pas assurés d'être aujourd'hui renouvelés. Aussi, on ne peut qu'être prudent sur l'interprétation des limites et du contenu de l'aire de distribution de *Faidherbia albida* et par conséquent, assimiler cette aire de "contrainte" à l'aire "potentielle" ;
- des zones sans *faidherbia* (E1 à E7) au sein de l'"aire potentielle". L'interprétation de cette absence est argumentée par des raisons à la fois écologiques et épidémiologiques. En particulier, l'infestation de régions entières jusqu'à une date récente par la mouche tsé-tsé (trypanosomiase) et les simuliés (onchocercose) ayant interdit ou contenu la colonisation de terres vacantes, peut effectivement apparaître comme une limitation, par voie de conséquence, à l'extension de *Faidherbia albida* (soit l'unité E4 et le sud des unités E1 et E2, riveraines des fleuves Mouhoun, Sissili, Nazinon, et de leurs affluents) ;
- les espaces mis en domaines réservés ou forêts classées pour la plupart localisés dans les parties sud et sud-ouest du pays. Par principe exemptes de toute occupation humaine (mais non d'exploitation par l'homme et son bétail dans la réalité), ils constituent des noyaux sans *faidherbia* et impropres à sa diffusion.

Pour HERVOUET (1979), les conditions socio-historiques imposées par la période coloniale seraient à la base de la disparition de nombreux parcs à *Faidherbia albida*, résultant de la déstabilisation des sociétés agraires et de leurs pratiques culturelles, autrefois intensives.

En pays bisssa, tout particulièrement, et d'une façon plus générale dans le sud et le sud-ouest du pays, les effets liés de la colonisation (exode et fuite en brousse de communautés villageoises), de l'accélération des défrichements au bénéfice d'une agriculture devenue extensive et de l'introduction de techniques et outils ayant profondément modifié les rapports entre l'homme et son milieu, peuvent expliquer la faible occurrence de *Faidherbia albida* dont des îlots de concentration sont les témoins d'un passé récent (cas de l'unité B5).

Quant à l'onchocercose -à la différence des trypanosomiasés-, son effet sur l'occupation de l'espace par l'homme et le faidherbia ne serait guère limitatif. Ce même auteur rapporte qu'à la fin du 19^{ème} siècle, il est fait mention de parcs à faidherbia accompagnant alors de fortes concentrations humaines, vraisemblablement onchocercariennes, à proximité de l'ex-Volta Blanche (Nakambé), dans le centre-sud du pays.

S'il est reconnu que le bétail, consommateur de gousses de *Faidherbia albida*, a un effet sur la diffusion et la régénération de l'espèce (CTFT, 1988, faisant référence à de multiples auteurs), l'absence ou le médiocre développement de l'élevage ne suffit sans doute pas à expliquer l'absence de peuplements à faidherbia (unités E5, E1 et E2). D'après nos propres observations de terrain, il suffit de considérer les parcs des agriculteurs bwamas du Houet et du Mouhoun pour s'en convaincre (cas de l'unité B1).

Réciproquement, la seule manifestation de l'élevage, aussi présent soit-il comme dans l'Est du pays (E0), ne suffit pas à faire naître des parcs à faidherbia. Quelque soit l'endroit, au Burkina Faso, on peut constater que les terrains de parcours du bétail transhumant, constitués de formations mixtes graminéennes et arborées ou arbustives, ne sont pas des sites de prédilection de l'espèce.

D'un autre côté, sur les terrains cultivés, l'élimination quasi-systématique des régénérations par les agriculteurs, phénomène lié à certaines pratiques culturelles ou à la perte d'intérêt pour l'espèce, conduisent inévitablement à une réduction voire à une disparition des parcs. Il reste difficile à la fois d'évaluer l'étendue et l'impact de telles pratiques, reconnues par de nombreux observateurs, et d'interpréter l'hétérogénéité de la distribution actuelle de *Faidherbia albida* au Burkina Faso. Jusqu'à présent, aucune étude n'offre assez de recul ni ne permet de caractériser la dynamique des peuplements que l'analyse diachronique permettrait d'interpréter.

Enfin, s'il est vrai que l'aridité de l'extrême nord burkinabè (sous l'isohyète 400 mm) et l'humidité élevée de l'extrême-sud constituent au Burkina Faso des contraintes au développement de l'espèce, elles ne constituent pas des limites. En effet, au delà de la frontière méridionale, dans la région de Korhogo, au nord de la Côte d'Ivoire, force est de constater la présence de parcs à faidherbia très denses, établis de longue date en pays sénoufo, sous climat soudano-guinéen (BERNARD, 1993 ; PELTIER et al., 1994).

En direction opposée au Niger, on trouve d'importants peuplements à *Faidherbia* sous climat sahélien (INRAN/SALWA, 1994), le facteur climatique comptant moins que la réserve en eau du sol qui permet à l'espèce de remonter très au nord en bordure des marigots, à l'instar du peuplement qui borde la mare d'Oursi, dans le sahel burkinabè.

La synthèse sur les parcs agroforestiers au Burkina Faso, assortie d'une esquisse de typologie des parcs proposée par OUEDRAOGO (1993), recoupe largement la distribution de *Faidherbia albida* de SAWADOGO (1987) et, précédemment, les données de PAGEARD (1971). Cette synthèse est faite sur la base de domaines phytogéographiques, subdivisés en zones et secteurs caractérisés par les paysages agraires définis dans la typologie de MARCHAL (1983), prenant donc en compte la dimension humaine.

Un domaine sahélien à *Acacia raddiana* y est différencié d'un domaine soudanien à *Butyrospermum paradoxum*. L'un des intérêts de l'étude est de montrer la diversité des parcs agroforestiers et des associations ligneuses au Burkina Faso où il ressort que les espèces fruitières et autres alimentaires dominent les autres.

L'étude reste cependant attachée aux aspects floristiques et structuraux des parcs prospectés ou référencés, notamment les parcs à *Faidherbia* qui sont :

- monospécifiques et bien structurés dans le secteur nord-sahélien (cas de Markoye et Oursi) ;
- associés à *Balanites aegyptiaca* ou à *Acacia nilotica* var. *adansoni*, dans le secteur sud-sahélien ;
- particulièrement bien représentés et exploités (à des fins fourragères) dans la zone centrale dont le secteur sud voit le binome *Faidherbia-nime*¹ (*Azadirachta indica*), comme l'association la plus commune, du fait de la régénération envahissante de ce dernier ;
- construits autour des habitats groupés et de ses jardins de case dans la zone ouest, le plus souvent sous forme concentrique et parfois sur de larges étendues (parcs de Boni, Dossi et, plus généralement, le long des collines birrimiennes axées nord-sud, où se succèdent des terroirs fertiles et densément peuplés) ;
- plus dispersés, voire réduits à quelques individus isolés et/ou associés à diverses espèces utiles dans la partie orientale de cette zone ouest, habitée par les Gurunsi (arbres écorcés mais très peu émondés) ;
- mixtes, également avec le *nime*, dans la zone sud-ouest, en peuplements peu étendus, moins fréquents que ceux à palmiers et fruitiers divers et jusqu'à ne plus exister dans l'extrême sud-ouest.

¹Ou neem selon la dénomination anglophone, très couramment usitée au Sahel.

2.2. FAIDHERBIA ALBIDA A TRAVERS LES ETUDES GEOGRAPHIQUES, SOCIO-HISTORIQUES ET AGROFORESTIERES

A l'échelle de territoires ethniques, de communautés villageoises ou du terroir, il existe d'assez nombreuses références mentionnant la présence et l'importance de *Faidherbia albida* au Burkina Faso. L'espèce est cependant rarement étudiée pour elle-même ou le système parc auquel elle participe, et ce n'est que récemment que des recherches agroforestières sur les parcs ont été initiées. Aussi, il est parfois impossible d'apprécier l'étendue et la représentativité du faidherbia et des parcs à travers ces études qui ont été réalisées pour la plupart voici vingt à trente ans. Ceci nécessite de relativiser à la date d'aujourd'hui toute information sur la distribution de l'espèce et les parcs qu'elle forme au Burkina Faso.

Ainsi que le souligne PAGEARD (1971), il est intéressant de rechercher si la répartition de l'espèce s'explique plus par des causes sociologiques qu'écologiques. L'analyse qu'il fait de l'arbre et de ses usages ou des croyances qu'en ont les principaux groupes ethniques constitue en soit une réponse, occultant la dimension écologique.

Sans pouvoir rendre totalement compte de cette relation à l'échelle du pays, la revue élargie et actualisée du "fait" faidherbia fait clairement ressortir de fortes variations de la fréquence et de l'abondance de l'espèce au sein de même régions écologiques, mais aussi son caractère d'ubiquité en regard de l'amplitude climatique et pédologique qu'elle couvre largement au Burkina Faso.

2.2.1. Au nord du pays

Pour la partie septentrionale du Burkina Faso, correspondant au domaine sahélien, c'est entre Kaya et Dori, dans la région de Soula (secteur nord-est) qu'il existerait, selon PAGEARD (1971) le plus grand nombre de faidherbias.

Au delà, dans l'extrême nord, BARRAL (1977), cité par BONKOUNGOU (1987), précise que "l'Oudalan diffère fortement de la région de Dori aux gros villages implantés à proximité de leurs champs entourés de haies vives d'euphorbes et portant un parc à *Acacia albida* et à palmier doum². Là, la dune est domestiquée, familière, et le terme qui la désigne, Seno, revêt une signification agraire, alors que dans l'Oudalan ce même terme appartient au vocabulaire topographique des nomades".

Dans la région nord-ouest, plus particulièrement autour de Ouahigouya (Yatenga) ; MARCHAL (1978 et 1980) fait une analyse du parc, en prenant le cas du village de Tugu dont le parc, composite, s'étend sur une centaine d'hectares. Le faidherbia domine ici à plus de 50 % l'effectif ligneux qui compte entre autres espèces *Balanites aegyptiaca*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Acacia raddiana* et *Sclerocarya birrea*. Ce parc a une faible densité (4 faidherbias à l'hectare en 1975). Les faidherbias qui sont surtout concentrés sur les sols sablo-argileux à hydromorphie de profondeur, apparaissent âgés.

² *Hyphaene thebaica*

Finalement, dans cette partie du Yatenga, densément peuplée, la présence de gros faidherbias en bosquets, "tranchant dans la continuité du parc à karités et à nérés privilégiés par la population actuelle (mossi)", attesterait une occupation ancienne Kigba (Dogon). Cette interprétation quant à l'héritage du parc à faidherbia était déjà avancée en 1959 par IZARD-HERITIER et IZARD et reprise par PAGEARD (1971) pour qui les parcs du Yatenga seraient le fait des populations Dogon et Samo qui peuplaient le pays avant sa conquête par les Moosés. L'homogénéité des parcs résulterait de la sélection des faidherbias par ces populations.

On peut dès lors se demander qu'elle était l'étendue des parcs à faidherbia de cette époque antérieure. En acceptant l'hypothèse que leurs densités étaient alors plus fortes, ces parcs ressemblaient peut être aux très beaux parcs dogons qui occupent la plaine bordant la falaise de Bandiagara, non loin de Ouahigouya.

Entre Djibo et Dori, en Aribinda (Soum), il est également fait mention de *Faidherbia albida* et de parcs reliques (GUILLAUD, 1993 et DUPRE et GUILLAUD, 1986). Dans ce pays kurumba, le faidherbia a une distribution à la fois hétérogène et très lâche (moins d'un pied à l'hectare et, au plus, localement, 3 à 4). Sur plaines sableuses qu'encadrent des affleurements de granite (village de Nyonni) ou sur cordons dunaires autour d'Aribinda, les faidherbias sont donnés comme très âgés (individus de 2 mètres de diamètre à proximité des bas-fonds). Ces arbres, dispersés, et qui ne jouxtent pas les habitations, étaient beaucoup plus nombreux voici quelques décennies ainsi qu'il ressort d'enquêtes des auteurs cités.

Il s'agit donc d'un parc en régression qui là-aussi serait le témoin d'une période antérieure, éventuellement liée à l'établissement des Peuls au 19^{ème} siècle, voire plusieurs siècles avant, datant des "premières gens" de la région, les Poté-Samba.

Tous les parcs du Yatenga et du Soum ne doivent cependant pas être interprétés comme relictuels ainsi qu'en témoigne SARLIN (GERES, 1965). Sur 46 sites à faidherbia étudiés, distribués autour de Ouahigouya, il relevait alors des peuplements assez denses et parfois jeunes (35 pieds à l'hectare, par exemple à Bossomnoré), les plus beaux peuplements étant identifiés en bordure de bas-fonds et sur roches vertes. Mais, précise le pédologue BOULET (1968), le faidherbia occupe parfois, curieusement, dans la région de Ouahigouya des "surfaces apparemment cuirassées appartenant au modélé conservé des glaciers anciens". La cuirasse est en fait largement altérée voire réduite à un recouvrement gravillonnaire superficiel ainsi que cela est observable à Bangassogo.

Comme nous avons pu le constater ailleurs en diverses régions du nord et du centre burkinabè, des peuplements de création récente -à l'échelle d'une génération, voire 10 à 15 ans- attestent de l'intérêt qu'ont les paysans moosés, au moins localement, pour *Faidherbia albida*.

Si au "balanzan" (*Faidherbia albida*, en bambara et zaanga, en moré), les Moosés préfèrent le karité dont on mange le fruit (IZARD-HERITIER et IZARD, 1959) -préférence d'ailleurs toute relative pour les régions sahéliennes et subsahéliennes où le karité atteint sa limite écologique- on peut émettre une réserve sur l'interprétation faite des gros faidherbias dispersés et parcs vieillissants du nord, donnés comme les témoins vivants des siècles précédents. Il est en effet bien délicat de donner un âge à ces arbres qui n'ont

vraisemblablement pas plusieurs siècles. Les quelques références sur l'accroissement et l'âge de *faidherbia* (GIFFARD, 1971 ; MARIAUX, 1966 et WICKENS, 1966) donneraient au mieux une estimation de l'ordre du siècle pour les plus gros sujets du Sahel.

Mais si les arbres observés les plus âgés sont contemporains de ce siècle, il n'empêche que les parcs auxquels ils appartiennent peuvent être évidemment beaucoup plus âgés, du fait de la succession des régénérations ligneuses. Les hypothèses historiques sur l'importance et l'origine des parcs à *faidherbia* restent donc posées.

2.2.2. Dans la région centrale du pays

Dans cette région du Burkina Faso, qui s'étend aux domaines phytogéographiques subsaharien et nord-soudanien et correspond dans sa majeure partie au Plateau central, *Faidherbia albida* est très fréquent sans être omniprésent.

Ainsi, dans une enquête-diagnostic d'agroforesterie (IRBET, 1989), menée auprès des exploitants de trente villages aléatoirement pris dans les provinces du Bam, du Passoré, du Sanmatenga et du Yatenga, *Faidherbia albida* est citée comme l'espèce la plus importante après le karité. Mais ce dernier est partout beaucoup plus prisé (59 % contre 7 % au *faidherbia*) et le *faidherbia* n'est parfois pas du tout cité parmi la douzaine d'espèces de première importance. C'est le cas des départements de Pissila et Ziga (Sanmatenga) où l'espèce est rare sur certains terroirs, voire quasi-absente.

Bien que les villages du Bam aient manifesté dans cette enquête un intérêt médiocre pour le *faidherbia*, comparativement aux villages du Yatenga, on peut observer de très beaux peuplements sur les rives du lac de Bam et dans ses prolongements le long du système de bas-fonds très développé qui caractérise cette région.

Dans le sud du Bam, les études de parc entreprises à Watinoma par DEPOMMIER (1991 et 1992), JANODET (1991) et OUEDRAOGO (1991 et 1993) montrent que *faidherbia*, présent au niveau des champs de case, sur haut de versant, a son plus beau développement en bas de versant. Les concentrations sont alignées en limite de la zone de crue des bas-fonds lesquels sont intensément cultivés. Les peuplements à *faidherbia* sont à Watinoma assez hétérogènes, composites et discontinus dans leur distribution. Celle-ci est assez large sans qu'aucune distinction phytosociologique ne puisse être faite sur les différents sites. A l'instar des autres parcs de cette région subsaharienne, le *faidherbia* est très rarement épargné par les émondages. Ils apparaissent aussi sévères que ceux appliqués au Sahel par les Peuls pour affourager leur bétail.

Plus au sud, dans le Bulkiemdé, à Tiogo près de Ténado, BARRAL, en 1968, n'enregistrait aucun *faidherbia* dans les parcs à karités et nérés du terroir comme dans les champs de village où sont conservés baobabs (*Adansonia digitata*), fromagers (*Ceiba pentandra*) et divers arbres utiles sur des terres où la fumure était alors rarement appliquée.

Cependant une étude d'agroforesterie plus récente (YELEMOU et al., 1993) montre que *Faidherbia albida* est présent dans cette province -sauf dans sa partie sud- à raison d'un pied à l'hectare. Il s'agit de parcs composites, comptant 9 arbres à l'hectare dont 6 karités. Localement, le faidherbia atteint des densités moyennes plus élevées : 9 à 11 dans le Nanoro, 12 à Poa, à Siglé et Bingo et 14 pieds à Kokologho, seuls sites où les parcs forment des concentrations monospécifiques.

Mais à Sanguié, le parc à *Faidherbia albida*, dense en champs de village (33 pieds à l'hectare) est aujourd'hui dominé par le nime (*Azadirachta indica* : 39 pieds à l'hectare), ainsi qu'il ressort des études de YELEMOU (1993) et de YUGMA (1994).

Le même constat peut être fait non loin de ce village, à Kokologho où l'abondante régénération naturelle du nime concurrence par endroits le peuplement de faidherbias qui s'est pourtant fortement densifié au cours des dix dernières années. La densité y est localement très élevée avec 50 pieds/hectares, dont près de 80 % de l'effectif a 40 à 75 cm de diamètre (SINA, 1991), la densité peut être considérée comme exceptionnelle pour le Burkina Faso. Elle l'est d'autant plus que s'y ajoute aujourd'hui un important effectif en nime et diverses espèces telles que le karité et le néré. Pour HERVOUET (1983), ce parc serait le fait des Niononsé (autochtones ayant précédé les Moosé) plutôt que des Nakomsé (Moosé de la conquête) par analogie avec l'arborisation actuelle des zones de culture du village montrant que les quartiers nakomsé n'ont conservé que des karités.

Sur les terroirs de Sawana et Pazétoumi, près de Ziniaré, dans l'Oubritenga, *Faidherbia albida* ne serait qu'un "pis-aller et jamais un choix", se substituant au karité sur les sites affectés par les excès de sécheresse ou d'humidité, les termites et l'acidité des sols liée aux fortes concentrations d'urine (DEVERIN-KOUANDA, 1992). L'absence localement constatée du faidherbia en pays Moaga pourrait être liée à des raisons socio-religieuses ainsi que le mentionne ce dernier auteur à propos du refus des paysans du Bazèga d'introduire *Faidherbia albida* dans leurs champs. Ici, l'arbre marque la disparition des chefs de famille et l'abandon de concessions.

Inversement, ont été mentionnés des peuplements denses "autour d'une ligne Boussé-Ziniaré" (Oubritenga) et une importante concentration de faidherbia -autour de Pilimpiou (au sud de Yako dans le Passoré), par PAGEARD (1971). Vingt ans plus tard, KESSLER et BONI (1991) notent l'abondance de *Faidherbia albida* dans le Passoré, dans une étude faite à Samba. Les densités de 16 pieds à l'hectare y ont été comptées, constituant des parcs jeunes et montrant une bonne régénération naturelle.

A Zaongho, chez les Moosé de la région de Koupéla, le parc à faidherbia se présente en "petites aires" de peuplements, de densité variant de 8 à près de 30 pieds/hectare. C'est un parc assez jeune, composite et qui se serait densifié depuis les années 50 (LAHUEC, 1968 et 1980). Ce parc "d'habitat" -qui ne s'étend pas aux bas-fonds- serait apparu dans le contexte d'un changement des mentalités paysannes accordant une plus large place aux arbres utiles à maintenir dans leurs champs.

L'auteur précise qu'à la différence des parcs à *faidherbia* du nord du Plateau central, parfois très anciens et monospécifiques, les parcs du sud du pays Moaga (Tenkodogo, Lalgaye, Ouargaye) ont de faibles densités d'arbres. Au mieux, *faidherbia* apparaît sans dominance véritable, accompagné de karités, nérés, baobabs, voire raisiniers (*Lannea microcarpa*), pruniers (*Sclerocarya birrea*) et divers acacias (comme à Zaongho).

Au sud de Ouagadougou, dans le Bazèga, *Faidherbia albida* est l'une des trois espèces les plus fréquentes (avec le karité et le néré), formant localement des peuplements assez denses à proximité des habitations. C'est le cas notamment des régions de Thangin-Dassouri et de Saponé (MAIGA, 1987). L'espèce est par contre largement dominée par le karité et le néré dans la région de Kombissiri (PAGEARD, 1971).

2.2.3. Dans les régions sud et est du pays

En pays bissa, les parcs dateraient de l'installation voici trois à quatre siècles des Bissa eux-mêmes, selon HERVOUET (1980) qui ajoute qu'avant la colonisation, *Faidherbia albida* constituait des zones de culture intensive et que l'arbre servait par ailleurs à délimiter les champs (cas de Niaogho).

La rapide dégradation des parcs au cours des 20 à 30 dernières années dans cette région, comme ailleurs et en particulier dans le sud et le sud-ouest, résulterait pour cet auteur de contraintes historiques et démographiques mais aussi d'un choix de civilisation. Il est vrai que la période actuelle qui voit l'achèvement de la destructuration des sociétés traditionnelles n'est guère favorable au développement et à l'entretien des parcs à *faidherbia* qui traduisaient autrefois la stabilité et la durabilité des systèmes de production.

Une observation plus nuancée peut être relevée à propos de Donsin, village Moaga de la région de Nobéré -qui fut jadis bissa- où REMY (1972) note que les aires d'habitat anciennes et récentes diffèrent par l'aspect du couvert arboré. Les arbres sont rares, grands et divers dans les premières et plus nombreux, moins variés dans les secondes, composées de karités, nérés, raisiniers et *faidherbias*.

Il reste cependant encore de fortes concentrations de *faidherbias* dans la région de Garango, déjà mentionnées en 1971 par PAGEARD, qui notait que l'arbre était très vénéré, à Houzéogo.

A l'ouest du pays bissa, en pays nankana, ce dernier auteur mentionnait également des parcs denses dans la région de Po, notamment à Tiakané.

Dans la Sissili, de part et d'autre du Nazinon, peuplé de Gurunsis à l'ouest et de Moosé à l'est, les aires d'habitat présentent des faciès différents de parcs à *faidherbia*. Les arbres peuvent être très gros et sans doute très âgés en zone faiblement peuplée et sur des sols de médiocre fertilité (cas de Looru, village gurunsi). Non loin de là, à Rakaye, village moaga, les exploitants du quartier yarsé, occupants du site de très longue date, trouvent que *Faidherbia albida* est encombrant et inutile. Il en va de même pour le quartier Sensene dont les exploitants

estiment que leurs sols étaient très fertiles à l'arrivée de leurs ancêtres (VIMBAMBA, 1995). Pour ALEXANDRE et OUEDRAOGO (1992), la question est ici posée de savoir si l'abondance du faidherbia en pays gurunsi est révélatrice d'une attitude plus positive de sa population à l'égard de l'espèce que celle des Moosé où s'il existe une corrélation entre le refus de l'arbre et la fertilité des sols.

L'hypothèse faite du dernier point apparaît contradictoire avec ce qui est observé en pays bwa, sur les riches sols bruns eutrophes des collines birrimiennes, ainsi que mentionné au paragraphe suivant.

Dans l'extrême centre-sud, non loin de Po, entre Tiébelé et Zion (Province du Nahouri), MARCHAL (1983), mentionne un parc composite à *Faidherbia albida*, karité (*Butyrospermum paradoxum*), baobab (*Adansonia digitata*) et *Ficus spp.* Il est intéressant de noter qu'il s'agit d'un îlot densément peuplé, occupant un massif collinéen birrimien : la trilogie birrimien -collines- concentration de population est presque toujours assortie de parcs à *Faidherbia albida*, souvent remarquables, notamment dans le sud-ouest du pays.

Dans la partie occidentale du Centre sud, en pays dagari, à cheval sur la frontière avec le Ghana, SAVONNET (1970) décrit le parc du terroir de Pina. *Faidherbia albida* occupe une place secondaire au sein d'un parc à karités et nérés qui caractérisent les champs de village qui couvraient, en 1964, 133 hectares, cultivés en quasi-permanence mais modérément fumés. L'installation des Dagari dans la région ne date que de la fin du 19ème siècle. Elle s'est faite aux dépens des Sissala et des Nounouma, autochtones, qui sortaient alors d'une période de guerre et de famine. La région a semble t-il été fréquemment destabilisée par de tels événements et a vu se succéder diverses populations. On peut se demander s'il existe une relation entre de tels faits et le caractère marginal des parcs à faidherbia dans cette région de Fara-Poura aujourd'hui dominée par les migrants moosé. NOUVELLET (1990) à travers une enquête sur les produits tirés des ligneux, fait peu de cas de *Faidherbia albida*. Si l'espèce est citée comme l'une des espèces fourragères les plus importantes, elle ne l'est toutefois que par 23 % des interrogés. Elle n'est que très rarement mentionnée pour ses effets d'amélioration ou de maintien de la fertilité des sols 4 %.

Enfin, dans l'est du Burkina Faso, qui est assimilé par beaucoup d'auteurs au seul pays gourmantché mais comprend cependant d'autres populations, notamment des Peuls et des Moosé, le faidherbia passe pour être très disséminé, voire rare dans les régions de Fada N'Gourma et, plus au sud, de Pama.

Toutefois, PAGEARD (1971) signale quelques concentrations de l'espèce à Boulangou. Quant à l'IEMVT (1977), dans le cadre d'une étude agrostologique des régions est et nord-est du Burkina Faso, il mentionne que le faidherbia est commun entre Fada et Dori, mais devient rare au delà de Djibo et Oursi, sa présence restant liée aux activités agricoles.

2.2.4. Dans l'ouest et le sud-ouest du pays

Les paysages agraires de l'ouest burkinabè présentent une assez grande uniformité quand aux modes d'organisation spatiale (MARCHAL, 1983).

L'habitat y est généralement groupé et compact sur des terroirs beaucoup plus étendus que ceux -plus peuplés- de la région centre. La séparation est toujours nette entre champs (et parcs) de brousse et champs (et parcs) de case ou de village, ces derniers formant le plus souvent une auréole de cultures intensives plus ou moins étendue autour des quartiers d'habitation. C'est par excellence, l'espace du parc à *Faidherbia albida*, remarquable par son étendue et son homogénéité dans la plupart des terroirs des pays bwa et samo.

Par contre, dans le sud-ouest, la diversité du modelé, des groupes ethniques et de leur organisation spatiale font une mosaïque de situations diverses qu'il est difficile de rassembler en unités de paysages agraires (MARCHAL, 1983). Cet auteur a relevé en pays Toussian, à Taga, au sud-ouest de Bobo-Dioulasso un paysage végétal dominé par les formations anthropiques au couvert arboré continu et régulier de nérés et karités qui, aux abords du village, s'enrichit de roniers (*Borassus aethiopum*) et de *Faidherbia albida*. L'auréole de champs circonscrite au village est décrite comme très fumée, résultant du contrat de fumure passé en saison sèche entre les éleveurs peuls et les agriculteurs.

En pays lobi, "*Faidherbia albida* se remarque aux abords des villages les plus anciens et près de ceux où l'élevage est en honneur" selon PAGEARD (1971) qui fait référence aux villages de Dalepolo-Tauzon, Zinka-Folapona, Naougan-Koulbiel, Wadiel et Nibetion où il a observé de fortes concentrations.

Chez les Birifor, voisins apparentés aux précédents, SAVONNET (1976) intègre *Faidherbia albida* à son analyse différenciée de terroirs.

Ainsi, à Tiéka, *Faidherbia albida* ("gwatié") domine un parc clairsemé de ligneux entourant l'exploitation (habitat dispersé). A cette échelle, le parc ne dépasse guère cent mètres de rayon, lequel couvre une surface de champs de case plus ou moins délimités de haies vives ou mortes pour canaliser le bétail.

A Diangara, le terroir apparaît peu organisé : le parc ligneux, sans *faidherbia*, n'est représenté que par quelques individus très dispersés autour des habitations.

A Diépla, la situation semble intermédiaire. Le parc est dominé par des espèces telles que karité, néré, *Ficus gnaphalocarpa* et *Diospyros mespilliformis*. Il intègre quelques *faidherbias* autour des exploitations "dans des cirques à sols profonds".

HERVOUET (1983) fait justement remarquer que le parc le plus étendu et le moins dense est à Tiéka, terroir moins peuplé que Diangara. Tiéka apparaît comme un parc de création récente où de jeunes *faidherbias* ont été conservés et entretenus. Il s'agit donc bien d'un choix délibéré des agriculteurs, *a priori* indépendant du facteur démographique.

Faidherbia albida est mentionné jusqu'à l'extrême sud-ouest, en pays sénoufo, sur la rive gauche de la Léraba (PAGEARD, 1971).

L'ouest burkinabè a marqué des auteurs tels que CAPRON (1969 et 1973) et SAVONNET (1958, 1959, 1962 et 1979). A travers leurs travaux d'ethnologues, ils ont relevé et parfois interprété les parcs à *Faidherbia albida* et en particulier ceux du Bwamu³, auquel le terroir, de Dossi est rattaché.

Il est vrai comme l'écrit LAHUEC (1980), qu'il n'existe rien de comparable entre les parcs composites et peu denses (nous ajouterons rarement étendus) du pays moaga⁴ et ceux du pays bwa.

La plupart des terroirs de la Kossi, tels que Toukoro, Sabwera et Dissankwi (CAPRON, 1973), ont une zonation en auréoles concentriques. La première très étroite est constituée de champs de case. La seconde, en champs de village, correspond au parc à faidherbia. La troisième, en champs de brousse et jachères, est parfois très éloignée du village.

Le parc à faidherbia dont l'emprise peu intégrer l'étroite couronne des champs de case (parfois quasi-inexistants) s'étend sur un rayon de 100 à plus de 1 000 mètres.

D'autres espèces, fruitières en particulier tels que karités, nérés et raisiniers (*Lannea microcarpa*) occupent parfois la seconde auréole. D'après nos propres observations, sur les parcs à faidherbia de la région de Houndé (Dossi, Boni), les parcs à faidherbia, même les plus modestes, sont toujours assez bien dissociés d'autres parcs pévillageois, constituant par exemple une troisième auréole à karités et nérés. Les parcs à faidherbia sont ici remarquables par leur surface (jusqu'à plusieurs centaines d'hectares) et leur homogénéité (parcs monospécifiques sur les terres les plus proches et les plus fumées du village).

Pour PAGEARD (1971), *Faidherbia albida* est abondant dans tout le pays bwa. Sont mentionnées de fortes concentrations dans un grand nombre de villages de la région de Nouna (nord de la Kossi), de celle de Dédougou (au centre, dans le Mouhoun) et, au sud, autour de Houndé et Boromo. Les parcs sont "particulièrement denses sur l'emplacement des anciens villages" constituant selon l'auteur "l'une des caractéristiques dominantes des paysages agricoles du bwamu".

Nous ajouterons que les arbres atteignent ici des dimensions remarquables, au houppier large, peu affecté par les émondages, à la différence des individus du Sahel. Mais, on rencontre aussi près des concessions, quelques très gros sujets vieillissants qui, abattus ou s'écroulant, laissent la place à des plantations de manguiers.

³ Pays des Bwas ou Bwabas

⁴ Pays des Moosé (pluriel de Moaga)

Selon SAVONNET (1960), la surface en parc à *faidherbia* ("wa"), serait proportionnelle à l'importance du troupeau et de la population humaine. L'hypothèse est séduisante mais hélas non argumentée de quelques données attendues. Si le bétail occupe effectivement une place importante dans les terroirs étudiés par cet auteur, nos propres observations dans la région de Houndé ne confirment pas cette analyse. Ce sont surtout des boeufs de trait que l'on remarque en saison sèche, sous parc à *Faidherbia albida*. Ils contribuent à fumer les champs mais leur nombre et l'augmentation du cheptel sont des phénomènes assez récents.

Enfin, il faut tenir comme un particularisme cette disposition des terroirs bwes et tout particulièrement celle des parcs à *Faidherbia albida* au sein des collines birrimiennes qui traversent du sud au nord le pays bwa. Les sols issus de la décomposition des roches du birrimien supérieur- riches en bases- y sont généralement de haute fertilité. Cette association du *faidherbia* à des sites fertiles est à relever pour ne pas être commune ni reconnue tant l'idée est généralement faite dans la littérature scientifique que l'espèce, amélioratrice de la fertilité des sols, n'est conservée que sur des sols en ayant besoin. Toujours est-il que les densités, ou plus exactement les concentrations humaines, sont plus élevées dans les collines (35 à 50 habitants/km², selon SAVONNET en 1960) qu'ailleurs, sur les plateaux et plaines environnantes.

Pour BENOIT (1977) traitant du cas de Daboura dans la Kossi, le parc à *faidherbia* est "l'expression à la fois d'un système agraire économe d'espace et des contraintes nées du contexte historique (nécessité de produire un maximum à proximité de l'habitat) où l'essentiel de la production était autrefois assurée, dans le cadre de la grande famille, sur champs communs". Mais dans les années 1970, le parc à *faidherbia* n'occupait plus à Daboura que 16 % de la surface cultivée du terroir (75 hectares en 1952 contre 10 en 1970).

Aujourd'hui, sur l'ensemble des terroirs bwes, il est vraisemblable que la surface en champs de village soit encore inférieure à ce taux, à l'avantage des champs de brousse, avec coton en extensif sous parc à karité dominant. De fait, de nombreux parcs à *faidherbia* sont mal entretenus, irrégulièrement cultivés et non régénérés (jachères ou champs abandonnés selon nos propres observations, le parc étant devenu une zone de culture semi-permanente).

De plus, la mutation de l'espace agraire bwa traduite initialement par le dessèchement des terroirs et la colonisation progressive des terres de vallées a trouvé une suite logique dans l'implantation de migrants moosé sur les terres de village abandonnées (BENOIT, 1973). KOLHER (1968) précise qu'"en dépit des apparences, plusieurs des traits qui font la médiocrité du système agraire commun en pays mossi se trouvent à Dakola (...) défaut d'une action systématique en vue d'étendre le parc à balanzans (*faidherbias*) au delà de l'aire habitée". Il ajoute (1971) que les "zones d'occupation dense du sol se distinguent par l'existence de parcs homogènes à karités (*Butyrospermum paradoxum*) ou balanzans (*Faidherbia albida*) (...) lesquels "se rencontrent surtout dans les quartiers les plus anciens" (*faidherbias* de grande taille, en densité élevée).

Plus au nord de cette région ouest, en pays samo et marka qui bordent de part et d'autre le Sourou, il existe à l'instar du pays bwa, de très beaux parcs à faidherbia dont l'étendue et la densité sont aussi remarquables. Toutefois, nous avons pu observer de très fortes mortalités de faidherbias le long du fleuve, entre Di et Moara, à la suite d'aménagements hydrauliques ayant ennoyé les bordures de bas-fonds où s'alignaient de très grands arbres.

PAGEARD, en 1971 mentionnait de beaux parcs à faidherbia dans la région de Tougan, qui aujourd'hui marquent encore le paysage par leur étendue et leur densité, du moins localement. Toutefois, il semblerait que la dégradation de nombreux parcs samos ait été consommée entre 1975 et maintenant. Selon HERVOUET (1992) : "à l'instar de voisins mossis, ils se mirent à essarter leur brousse et abandonnèrent leur parc". Cette attitude fait suite au déclin de l'agriculture intensive et du mouvement général d'ouverture des brousses constaté partout dans l'ouest du pays au cours des trente dernières années.

Là encore, selon cet auteur, faidherbia est absent du site des villages les plus récents (cas de villages déplacés). Enfin, il existe des relations bien établies entre des agriculteurs samos et les éleveurs peuls qui par contrat fument les terres des champs de village (à la différence du cas des Peuls et de leur bétail, à Dossi en pays bwa, qui n'ont pas accès au parc).

2.3. CONCLUSION

Comment interpréter la distribution actuelle de *Faidherbia albida* au Burkina Faso. Reflète-t-elle celle de jadis ? Doit-elle plus aux facteurs écologiques qu'humains ?

Peut-on dégager et grouper des particularismes et des facteurs explicatifs -ou limitatifs- à la lecture des écrits mentionnés ?

On constate qu'à travers l'ensemble du territoire burkinabè, il existe une très grande variété de situations de l'espèce et des parcs qu'elle constitue.

L'espèce est présente de la zone sahélienne (Oudalan) à la zone soudano-guinéenne (Poni), sur des sols fort différents mais généralement fumés et travaillés ("champs de case" et "champs de village"). Son ubiquité et sa plasticité écologiques, apparentes à l'échelle du Burkina et exprimant vraisemblablement une diversité génétique importante, doivent donc être relativisées. On peut d'ailleurs se demander si l'abondance de l'espèce ou sa seule occurrence -dépendante de l'agriculture- n'est pas liée au niveau de fertilité du sol comme l'avancent VANDENBELDT et GEIFER (1992) et VANDENBELDT (1993).

Son ubiquité est par ailleurs inféodée à la ressource en eau disponible (phréatique essentiellement). En effet, les observations du GERES (1976) dans la région nord du Burkina où l'ETP est maximale comme d'autres observations faites dans la sous-région (CTFT, 1988), montrent que l'espèce a une très forte prédilection pour les bordures de bas-fonds et marigots (lac de Bam, rives du Sourou, mares du Sahel...) sans occuper toutefois les zones de crue permanente ou fonds de talwegs. D'autre part, sur les interfluves et en particulier sur les sols gravillonnaires du Plateau Central, ou encore sur sols indurés ou sur cuirasse plus ou moins démantelée, l'espèce peut constituer des parcs denses et abondamment feuillés en saison sèche. C'est la preuve que le système racinaire a accès au stock en eau du sol, même dans des

conditions texturales et de profondeur difficiles et à un moment de l'année où la demande évaporative est maximale.

Sur ce plan-là, l'espèce mérite bien son qualificatif "d'ingrate" donné par les paysans moosé, signifiant que le faidherbia ne sait pas profiter des pluies en saison... pour en gaspiller à contre-saison.

Bien que les conditions pédologiques et hydriques favorables au développement de l'espèce existent dans la région orientale du pays, *Faidherbia albida* y est rare, en champs de case comme le long des cours d'eau.

D'ailleurs, au sein d'une même région écologique, par exemple dans de la Province du Bulkiemdé, on trouve à la fois des parcs denses, quasi-monospécifiques et régénérant abondamment -parfois excessivement comme à Kokologho- et l'inverse, à quelques dizaines de kilomètres en direction de l'ouest.

Enfin, et ce n'est pas propre au Burkina Faso, l'espèce n'existe pour ainsi dire pas en jachère, exception faite de très brèves jachères ou de parcs à l'abandon. C'est l'une des différences majeures avec d'autres espèces de parc, tel que le karité ou le néré : *Faidherbia albida* est absent des "brousses" ou jachères longues, constitutives de la plupart des formations naturelles. Sur ce point précis, il est évident que *Faidherbia albida* apparaît correspondre à une agriculture sédentaire, synonyme de durée et de stabilité. Un parc à faidherbia ne peut sans doute naître et devenir fonctionnel en moins d'une vingtaine d'années, alors que la remise en culture d'une jachère permet de reconstituer dès la première année un parc à karité et néré dans la mesure où ces arbres se sont pour la plupart maintenus et même développés au cours de la jachère.

Finalement, de toutes les espèces autochtones aménagées en parc, *Faidherbia albida* apparaît comme une des plus domestiquées, maintenue et diffusée, en peuplements à caractère fortement artificialisé. Les parcs les plus homogènes, aux individus les plus régulièrement dispersés, les font d'ailleurs souvent s'apparenter par leur structure à des plantations qui se seraient faites par vagues successives. C'est ce que nous observerons dans l'analyse structurale des peuplements de Dossi et de Watinoma.

Sans minimiser l'importance des conditions climatiques, pédologiques et hydriques sur l'occurrence et le développement de *Faidherbia albida*, il ressort clairement de l'analyse de la distribution de l'espèce au Burkina Faso -ce qui revient pratiquement à parler de la distribution des parcs à faidherbia-, que l'homme est le principal artisan de cette distribution, de ses concentrations et de ses vides.

Les conditions du milieu sont nécessaires mais non suffisantes pour expliquer la présence de l'espèce et l'émergence de parcs qu'il ne faut pas exclusivement voir comme des peuplements étendus, denses et monospécifiques.

On peut à partir de là identifier et hiérarchiser les conditions qui concourent à diffuser et étendre ou restreindre la distribution de l'espèce.

En premier lieu, nous mentionnerons la relation faite entre le faidherbia et l'élevage par la plupart des auteurs. Plus précisément, l'inévitable déterminisme du transit intestinal des graines ingérées par le bétail, est donné comme le principal voire l'unique instrument de propagation et de diffusion de l'espèce.

Comme le souligne OUEDRAOGO (IRBET, 1993), "les premiers occupants du territoire mossi actuel étaient des peuples de chasseurs et l'élevage, même s'il était pratiqué, était très marginal pour ce qui est des Ninissi ou Nioniosé".

Ailleurs, dans l'Ouest, par exemple, chez les Bwas, population en place de très longue date selon CAPRON (1965), l'élevage est une pratique assez récente, postérieure à la création de parcs à faidherbia. Est également récente la présence des Peuls et de leurs troupeaux sur les terroirs des Bwas qui durant des siècles auraient vécu relativement isolés sans beaucoup de contacts avec l'extérieur, craignant comme d'autres populations au siècle dernier les fréquentes razzias des Peuls.

Et pourtant, dans l'Est, SAWADOGO (1987) rapporte l'apparition récente de faidherbias liée à la sédentarisation d'éleveurs peuls à la suite des sécheresses des années 70. Dans le cas spécifié, c'est bien la mise en valeur agricole et la réduction des jachères qui ont déclenché cette apparition.

S'il est difficile de concevoir que l'espèce qui n'est traditionnellement ni plantée ni semée, ait été diffusée autrement que par le bétail d'une région à l'autre, il demeure que les parcs les plus denses et les plus étendus ne sont pas nécessairement inféodés à une tradition de l'élevage ou à l'abondance du bétail. Du moins, les faits n'apparaissent-ils pas concomitants. On peut avancer qu'un élevage de type extensif (le bétail) et une agriculture intensive (l'homme) sont des facteurs déterminants qui interviennent successivement dans la création et le développement des parcs.

Un rapprochement similaire a souvent été fait entre le parc à faidherbia et une densité élevée de population. Or l'espèce est présente sur des terroirs de forte comme de faible densité, comme le remarquent HERVOUET (1992) et DEVERIN-KOUCANDA cités par IRBET (1993). Mais si le parc à *Faidherbia albida* qui traduit la permanence de l'agriculture n'est pas le passage nécessairement adopté par les populations soumises à une forte pression démographique, il faut être prudent sur la lecture actuelle des parcs à faidherbia.

En effet, ils peuvent résulter de contextes socio-historiques révolus, voire être le fait d'autres sociétés et finalement témoigner d'évolutions sociologiques et démographiques aux effets remanents.

Tel semble être le cas des parcs à faidherbia des pays bwa et bissa, soumis à un "dessèrement" durant la période coloniale (HERVOUET, 1980). D'un système de culture intensif centré sur le parc à faidherbia qui autorisait alors de très fortes densités humaines, on est passé à un système de culture extensif, consommateur de larges espaces de "brousse". Dans l'ouest burkinabè, cette dernière a progressivement perdu son caractère sacré et d'insécurité avec l'extension des surfaces en coton et la monétarisation des systèmes de production

traditionnels⁵. Les parcs à *faidherbia* ont alors été marginalisés et ils surprennent parfois d'être aussi vides et peu entretenus en saison des pluies car la plupart des agriculteurs cultivent leurs "champs de brousse", loin du village. Nous verrons que le parc de Dossi est représentatif de cette évolution.

Quant à la relation entre le parc à *Faidherbia albida* et la durée d'occupation de l'espace résultant d'une installation humaine de longue date en un lieu donné, elle doit être nuancée. Pour être vérifiée dans la plupart des cas au Burkina Faso comme ailleurs, il ne faut pas pour autant des siècles pour constituer un parc à *faidherbia*. Une génération d'homme suffit vraisemblablement pour créer un parc. Il en faut moins pour le densifier et très peu pour le faire disparaître. Un fait intéressant à ce propos est mentionné par VIMBAMBA (1995), rapportant des discussions informelles avec les paysans et le Chef de Watinoma. D'après ce dernier, c'est sur son exemple, en préservant voici 30 ans les rejets de *faidherbias* de son champs, que les exploitants ont multiplié l'espèce et que le parc s'est densifié alors qu'il disparaissait. Pour l'auteur, le Chef issu de Tikaré, -région où l'espèce abonde-, aurait ainsi fait un transfert de son univers social et culturel en encourageant la reconstitution du parc à *faidherbia* de Watinoma. Le fait est que l'autorité du Chef a été suivie d'effets durables. Les projets et programmes de développement qui ont fait à cette époque les premières "promotions" de l'arbre ont largement utilisé cette autorité, malheureusement pas toujours à bon escient ni dans la meilleure compréhension des communautés, de leurs besoins et de leurs stratégies.

Finalement, en raison des nombreux témoignages de la dégradation actuelle des parcs à *faidherbia* au Burkina Faso et en fonction de ce qui a été précédemment rapporté et discuté, on peut logiquement étendre l'aire potentielle du *faidherbia* à l'ensemble du pays et considérer qu'en des siècles précédents, ces parcs étaient plus étendus et pour certains plus denses. Peut-être plus fréquents en certaines régions, occupaient-ils des sites où ne subsistent aujourd'hui que quelques arbres témoins très dispersés. Une telle interprétation prend toute sa valeur si on accepte l'hypothèse que les parcs actuels à *faidherbia* -au moins ceux du pays moaga- sont des parcs hérités de populations autochtones⁶, dont les exploitantss actuels "ne savent pas, n'éprouvent pas le besoin ou n'ont pas les moyens d'en assurer leur renouvellement" (BONKOUNGOU, 1987).

Il est vrai, comme le rapportent divers auteurs et enquêtes, que les fruitiers et en particulier le karité sont chez les Moosé préférés au *faidherbia*, du moins sur les terrains et sous climat communs aux deux espèces. On peut alors comprendre que, *Faidherbia albida* ait ses plus fortes concentrations, au nord du Plateau Central, dans sa partie la plus sèche, là où le karité trouve sa limite écologique.

⁵Le développement de la culture cotonnière imposé à l'époque coloniale a de toute évidence considérablement perturbé l'équilibre existant entre les populations locales, leurs systèmes de production traditionnels -tels que les parcs à *faidherbia*- et leur environnement. Mais que les Bissas auxquels la coupe libre de *Khaya senegalensis* était interdite aient été conduits à éliminer leurs parcs à *faidherbia* pour en faire des mortiers afin de les vendre et payer leur impot nous semble excessif (HERVOUET 1980). La qualité des bois n'est pas comparable, l'usage du *faidherbia* étant beaucoup plus limité.

⁶La conquête du pays et la constitution des royaumes moosé s'est faite, rappelons-le, par assimilation des autochtones (en particulier des Nionionsé sur le Plateau Central), entre le XV^{ème} et le XVII^{ème} siècle.

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE

3.1. LES CRITERES DE CHOIX DES SITES D'ETUDE

3.1.1. Représentativité

Les sites de Watinoma et de Dossi ont été retenus sur la reconnaissance de caractères communs et distinctifs, tant biophysiques que socio-économiques, constituant les éléments nécessaires au développement d'une analyse comparative.

A travers celle-ci, l'objectif général visé étant de caractériser l'état et le fonctionnement des parcs à *Faidherbia albida*, les sites choisis devaient être représentatifs à la fois de régions agro-écologiques bien différenciées et de l'aire de distribution de l'espèce au Burkina Faso. Watinoma et Dossi ont été retenus sur ce premier critère.

Les régions du Plateau Central (Watinoma) et de l'Ouest (Dossi) couvrent l'essentiel de l'aire de distribution de *Faidherbia albida*. L'espèce est, rappelons-le, très peu représentée dans l'est du pays et absente de vastes zones, en partie forestières, dans le sud-ouest.

A Watinoma comme à Dossi, *Faidherbia albida* est l'une des principales espèces agroforestières, ce qui n'est pas le cas de tous les terroirs du Plateau Central et de l'Ouest. Mais les deux terroirs présentent des conditions environnementales et humaines les différenciant jusqu'à les opposer pour certaines. Ce sont principalement :

- **le climat et les ressources naturelles** : sécheresse et médiocre fertilité des sols caractérisent Watinoma. Le potentiel agricole y est bas et une large partie des surfaces du terroir impropre ou marginale à l'agriculture, apparaît plus appropriée au pastoralisme. Par comparaison, Dossi est un site relativement luxuriant où les pluies sont généralement abondantes et les sols de bonne qualité agronomique. Ce contraste est d'autant plus marqué que Watinoma est un terroir exigu alors que Dossi dispose de vastes réserves foncières, notamment forestières ;

- **la population et l'aménagement des terres** : Dossi peut encore pratiquer une agriculture itinérante, basée sur de longues jachères. Les jachères, même brèves, sont rares à Watinoma car la pression démographique y est très forte, 10 fois plus élevée qu'à Dossi. On peut en conséquence supposer que l'intérêt porté par les différentes communautés à l'égard de l'arbre et en particulier de *Faidherbia albida* n'est pas le même. Si Dossi a pu donner une large place au coton, principale culture de rente, Watinoma a pour première préoccupation de se nourrir et de maintenir d'une saison à l'autre des rendements vivriers. Ceci n'est hélas pas toujours le cas, largement en raison des aléas climatiques. Enfin, ces deux communautés villageoises, l'une moaga, l'autre bwa, sont des sociétés très différemment structurées. Leur patrimoine historique et culturel tend à les opposer et du moins l'identité de chacune s'exprime-t-elle tout à fait singulièrement (cf. paragraphe 1.7).

Sur la base de ces différences, et dès les premières reconnaissances de terrain, les hypothèses relatives aux effets susceptibles d'expliquer le fonctionnement actuel des parcs à faidherbia, leur origine et leur devenir, pouvaient être posées.

3.1.2. Acquis de la Recherche-Développement

Le choix des sites a par ailleurs été guidé par les acquis et les dispositifs expérimentaux dont ils étaient l'objet.

Watinoma est depuis 1989 un des sites de référence de l'IRBET¹ pour l'étude des parcs agroforestiers, thème d'étude faisant partie d'un projet de Recherche-Développement financé par le Programme Spécial CES-AGF² du Plateau Central. Le terroir fut alors retenu parce qu'il offrait un résumé des conditions humaines et environnementales prévalant dans cette région. L'acquisition de résultats préliminaires d'enquêtes et d'expérimentations en agroforesterie ont contribué à mieux définir nos propres activités de recherche.

Nous avons retenu le terroir de Dossi ultérieurement, en 1992, après avoir visité plusieurs terroirs attenants à cette zone bien particulière des collines birrimiennes de la région ouest. Cette zone recoupe largement le pays bwa dont la plupart des terroirs ont des parcs à faidherbia peu connus et jamais inventoriés à ce jour. Dossi présentait toutes les caractéristiques des terroirs et des parcs représentatifs de cette zone. Bien qu'aucun projet n'y travailla, nous avons pu sur place bénéficier des données socio-agronomiques et de l'expérience de l'encadreur agricole du CRPA³, acquises de longue date.

3.1.3. Accessibilité

L'accessibilité aux sites, en toute saison, a également été prise en compte dans le choix des sites.

Dossi est accessible par 240 km de la route nationale bitumée qui va de Ouagadougou à Bobo-Dioulasso et quelques km de piste à partir de Boni. Cette route est plus accessible que celle qui va à Watinoma à moins de 100 km au nord de Ouagadougou. En effet, à partir de la piste principale qui conduit à Djibo, les pistes secondaires qui mènent à Watinoma sont chaque année impraticables durant une partie de la saison des pluies. La mise en place des dispositifs expérimentaux, la régularité des mesures et le suivi des observations en ont été parfois affectées.

¹IRBET : Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale

²CES-AGF : Conservation de l'Eau et du Sol-Agroforesterie

³CRPA : Centre Régional de la Promotion Agricole

3.2. APPROCHE ET OUTILS METHODOLOGIQUES

Nous nous limiterons ici à présenter l'approche méthodologique développée au cours de quatre années d'études sur le terrain. Les méthodologies propres aux évaluations et interprétations, de quelque nature qu'elles soient, ont été intégrées aux différentes parties et chapitres de l'étude afin de donner aux analyses et résultats qui en découlent la plus grande cohérence et précision possible.

En regard des objectifs visés qui peuvent être rapportés à trois étapes successives complémentaires, diagnostic, analyse et caractérisation des parcs à *Faidherbia albida*, nous avons adopté la logique méthodologique et les outils correspondants suivants.

3.2.1. Enquêtes et discussions informelles

La première étape de notre travail a consisté à reconnaître le terrain d'étude et, en tout premier lieu, à rencontrer les exploitants des parcs à *faidherbia*, afin d'obtenir les données nécessaires à un diagnostic approfondi et de s'assurer de leur participation à tous travaux ultérieurement entrepris.

Les enquêtes agroforestières sont la base du diagnostic des systèmes agroforestiers traditionnels. Elles ouvrent sur le domaine de connaissance et d'interprétation du monde des exploitants. Les parcs à *faidherbia* représentant des systèmes fortement anthropisés, les enquêtes ont bien évidemment constitué un outil privilégié du diagnostic.

Précisément, celles-ci ont eu pour buts :

- d'identifier les exploitants des parcs, leur environnement social, foncier et économique ;
- de reconnaître leurs stratégies et leur domaine d'intervention, notamment en matière d'aménagement des parcs à *faidherbia* ;
- d'évaluer les rôles multiples des ligneux des parcs à *faidherbia* et, à travers ceux-ci, les besoins et les contraintes des exploitants ;
- de déterminer le fonctionnement de ces parcs et les modes d'aménagement de l'espèce conduisant, à ce stade, à faire un premier état de la place respective tenue par *Faidherbia albida* dans les systèmes agraires des terroirs étudiés.

Les résultats d'enquêtes ont naturellement guidé la conception des suivis et expérimentations ultérieurement mis en place. Les enquêtes elles-mêmes, assorties de déplacements sur le terrain, ont permis d'identifier avec les paysans des sites expérimentaux et d'établir des échantillonnages, en préalable aux essais prévus.

Les enquêtes agroforestières, centrées sur l'arbre, ont été complétées de suivis et d'enquêtes plus spécifiques sur les itinéraires agricoles et sur l'aménagement sylvo-pastoral des parcs à faidherbia. Ils ont abouti à un diagnostic approfondi de ces parcs. Mais à côté de ces enquêtes formalisées par un questionnaire structuré et une base de sondage représentative des populations des parcs, on a en toute occasion passée sur le terrain, discuté de façon informelle avec les paysans. Ces discussions ont contribué à réinterpréter certaines données et finalement à rediagnostiquer des domaines mal appréhendés par les enquêtes.

3.2.2. Relevés de terrain, cartographie et inventaires floristiques

Les relevés de terrain et les inventaires qui ont été réalisés sur les parcs à faidherbia participent à la fois de l'acquisition de données (géographiques, botaniques, dendrométriques) et de leur interprétation par un observateur extérieur. Cette lecture du terrain a bien évidemment été intégrée et en partie confrontée aux données d'enquêtes qui expriment le point de vue des paysans. Le traitement analogique de ces différentes données permet d'affiner l'analyse diagnostic et de consolider les hypothèses. Aussi, dans cette approche, avons-nous considéré trois échelles d'analyse qui renvoient à la structure de l'espace délimité et aménagé que partagent les communautés villageoises de Dossi et de Watinoma : le terroir, le parc - parmi d'autres systèmes d'utilisation des terres- et la parcelle.

A ces trois échelles, ont été appliqués les méthodes et outils d'analyse suivants :

3.2.2.1. L'échelle du terroir : photographies aériennes au 1/50 000 et imagerie satellitaire

Le terroir constitue le cadre général d'étude des parcs et des communautés villageoises qui les exploitent. Il peut être considéré comme l'ensemble du territoire sur lequel une communauté définit et exerce ses droits fonciers et juridiques et qui correspond donc au finage.

Cette échelle prend en compte l'étendue et la diversité des systèmes d'utilisation des terres. Elle permet donc de relativiser la place des parcs agroforestiers et en particulier des parcs à faidherbia, ce qui est un préalable indispensable à toute évaluation systémique.

Le levé cartographique des terroirs de Dossi et de Watinoma a été réalisé :

- pour Dossi, à partir, d'un jeu de 12 photographies aériennes IGB⁴ au 1/50 000, datées de novembre 1981, et de la carte topographique IGB de la région de Houndé au 1/200 000, datée de 1971.

⁴IGB : Institut Géographique du Burkina

- pour Watinoma, à partir de 2 photographies aériennes IGB au 1/50 000, datées de janvier 1982, de la carte topographique au 1/200 000 de Kaya, datée de 1972, et d'une couverture aérienne en couleur du terroir au 1/5 000 de septembre 1993 (mission scientifique IRBET/CIRAD-Forêt/ICRAF).

Les délimitations de terroirs, d'unités géomorphologiques et de systèmes d'utilisation des terres ont été vérifiées sur le terrain et successivement mises à jour (1993 et 1994). Certaines délimitations de Dossi ont pu être affinées grâce à une étude de reconnaissance du terroir par données satellitaires (image SPOT centrée sur Houndé, datée d'octobre 1988 ; KILLIAN, 1993).

3.2.2.2. L'échelle du parc : photographies aériennes au 1/5 000 et inventaires

L'échelle du parc est le cadre de référence pour l'inventaire et l'analyse des peuplements ligneux : composition floristique, effectifs, structure et, d'une façon générale, distributions en fonction d'unités reconnues, sur une base géomorphologique pour le premier degré de différenciation des sites des parcs à faidherbia de Dossi et de Watinoma.

*** La photographie aérienne à haute résolution**

Sur les deux terroirs, une couverture aérienne de photographies en couleur prises à basse altitude a permis de lever la carte des différents parcs, au 1/5 000. La couverture photographique de Watinoma a été assemblée à partir de plusieurs centaines de clichés pris sur sept axes de vols traversant tout le terroir (1 200 ha). A Dossi, elle a été uniquement limitée au parc à faidherbia et à ses marges, par la prise de six axes de vol (600 ha). Le recouvrement aux deux-tiers des clichés a permis l'interprétation des couvertures par vision stéréoscopique.

Les prises de vue qui n'ont pu être commanditées qu'assez tardivement, ont été programmées en septembre 1993 pour Watinoma et novembre 1993 pour Dossi, soit entre les dernières pluies et le tout début de la saison sèche.

Le choix de cette période devait permettre à la fois de reconnaître le parcellaire, les cultures pour la plupart encore non récoltées, et surtout les faidherbias dont la refeuillaison paraissait alors aisément identifiable sur les photographies. En effet, la teinte vert clair de leur houppier se différencie très distinctement de celle plus sombre des autres arbres dont la forme du houppier est également différente.

La reconnaissance des arbres et des cultures sur photographies aériennes, aussi bonnes soient l'échelle utilisée et la qualité des clichés, a bien évidemment nécessité des vérifications de terrain. Outre qu'il fallait s'assurer de l'interprétation des objets "visibles", beaucoup de petits arbres ou arbustes et les arbres groupés, aux houppiers contigus, ne pouvaient être identifiés par la seule photographie aérienne. De plus, la complexité localement observée d'associations culturales et le morcellement du parcellaire échappaient à cette interprétation, tout particulièrement à Watinoma.

A cette échelle du parc et sur la base des photographies aériennes, une reconnaissance de la couverture pédologique a été réalisée. La délimitation des différentes unités de sol a ultérieurement été fixée sur le terrain par des sondages (description de profils sur fosses pédologiques). Une cartographie précise des sols a pu être établie pour le cas de Dossi.

*** L'inventaire des ligneux des parcs étudiés**

Sur chacun des parcs étudiés, on a fait un inventaire en plein de tous les ligneux de circonférence > 10 cm, prenant donc en compte de très jeunes individus ou rejets sélectionnés par les exploitants, incorporés à l'effectif constitué des parcs. L'inventaire a été circonscrit à la limite reconnue des peuplements à faidherbia, jusqu'à leur marge où d'autres espèces les relaient.

Cette reconnaissance des limites et des discontinuités des parcs étudiés, de leurs "noyaux" et de leurs marges nous a paru essentielle, non seulement pour des questions de rigueur dans leur analyse floristique et structurale (de quelle dominance ou densité parle-t-on ?), mais aussi parce que cette reconnaissance est superposable à celle de la dynamique des peuplements, à leur extension ou à leur régression.

L'inventaire des ligneux a été réalisé afin d'analyser la composition floristique et la structure des parcs et de leurs unités morphologiques et, à terme, pour différencier les effets de site et d'aménagement. C'est sur cette base des inventaires qu'ont été ultérieurement mis en place des suivis et des expérimentations.

Pour les seuls faidherbias, l'inventaire a fait l'objet de deux séries de mesures à Dossi (avril 1992 et mai 1994) et quatre à Watinoma (également en fin de saison sèche, en 1991, 1992, 1993 et 1994).

Ces mesures successives ont permis de suivre la gestion des peuplements par les exploitants, de quantifier les recrutements et les disparitions sur une période certes relativement courte mais suffisante pour apporter des informations précises sur les tendances évolutives des parcs en terme de dynamique et de fonctionnement.

A cette fin, tous les ligneux ont été numérotés individuellement sous un code espèce.

Sur le terrain, tous les faidherbias ont été numérotés au moment des inventaires :

- à la peinture à Watinoma ;
- par une petite étiquette métallique plantée dans le tronc, à Dossi, avec l'accord des exploitants du parc.

Avant qu'une cartographie définitive des parcs ne soit acquise, ce marquage s'est avéré indispensable eu égard au nombre élevé d'observations, de mesures régulières et d'expérimentations réalisées durant trois à quatre ans sur ces parcs.

3.2.2.3. L'échelle de la parcelle et les transects associés

La parcelle peut être définie comme une unité de terrain cultivé, consacrée à une seule production ou à une association de productions pendant l'année agricole (MCD, 1991). Son échelle a été retenue pour tout suivi et évaluation de l'aménagement des parcs, notamment suivi des campagnes agricoles et gestion de la composante arborée.

Les parcs à faidherbia constituant des zones de culture permanente, représentatives d'une forme de stabilité à la fois écologique et socio-économique, l'hypothèse a été faite que le nombre et la structure des faidherbias, à l'échelle de la parcelle, résultaient largement du choix initial des exploitants et de leur engagement sur de nombreuses années.

Corollairement, on devrait pouvoir interpréter à cette échelle les hétérogénéités spécifiques ou structurales des parcs, allant jusqu'à l'absence possible de l'espèce au sein d'unités apparemment homogènes et finalement sérier les tendances évolutives des parcs.

A Watinoma, le parcellaire des quatre parcs étudiés a été totalement délimité, cartographié et inventorié. Préalablement levé à la boussole en 1991 et 1992, il a pu être ajusté et étendu à l'aide de la photographie aérienne au 1/5 000 de 1993.

A Dossi, le parc beaucoup plus étendu qu'à Watinoma ne pouvait faire l'objet d'un levé parcellaire total. Si ce n'était pas un objectif en soi de notre étude, il importait cependant que le choix de la méthode d'échantillonnage donne lieu à une cartographie.

C'est pourquoi, afin d'en avoir la meilleure représentativité, on a sur le terrain levé un parcellaire sur 6 transects (5 est-ouest et 1 nord-sud) traversant toutes des unités morphopédologiques du parc, à différentes distances du village.

Le parcellaire a été levé sur ces 6 transects en considérant que cette association du parcellaire et d'un inventaire systématique en bandes continues permettrait d'interpréter au mieux les variations du parc, en fonction des conditions du milieu (sols, topographie...) et des facteurs humains (foncier, gestion des sols, mise en culture...).

S'agissant de transects, les alignements parcellaires ont été levés à la boussole sur des axes cardinaux, au gré de la forme et de la taille des parcelles donnant aux transects un profil irrégulier, mais rarement plus large qu'une à deux parcelles.

A l'inventaire floristique et dendrométrique de tous les ligneux sur transects à Dossi et en plein à Watinoma ont été associées les mesures ou observations suivantes :

- état sanitaire des arbres : attaques parasitaires, fongiques ou d'insectes, épiphytes et toutes déprédations visibles causées par l'homme, le bétail, le vent ou le feu ;

- la position limitrophe des ligneux inventoriés sur chaque parcelle, un individu étant considéré comme limitrophe quand sa souche est sur la limite parcellaire-même ou tangente à celle-ci.

3.2.2.4. Restitution cartographique et analyse sur système d'information géographique (SIG)

L'ensemble des données cartographiques et d'inventaire des parcs et des parcellaires a été traité en deux temps :

En première étape, l'interprétation des photographies aériennes et les levés de terrain ont permis la réalisation de cartes des parcs et de leur parcellaire -en plein ou sur transects- sur lesquels les arbres ont été figurés par la projection au sol de leur houppier.

Dans le même temps, les données dendrométriques et celles agroforestières relevées sur le terrain par divers suivis ont été saisies sur une base de données pour être en seconde étape analysées et associées à un système d'information géographique (SIG) ;

Pour cela, les fonds de carte des parcs avec leur parcellaire et leur contenu en arbres et arbustes ont été numérisés sur une table à digitaliser. Chaque arbre a été saisi comme un point déterminé en abscisse et en ordonnée auquel correspondait un code espèce, son numéro d'inventaire, ses caractéristiques dendrométriques, d'aménagement et toutes autres informations connexes des bases de données.

A partir du traitement de ces données, de multiples restitutions cartographiques ont été conçues, de la carte descriptive à celle thématique, illustrant certaines analyses ou figurant la synthèse des interprétations de la structure et du fonctionnement des parcs.

L'outil "SIG" qui est un support particulièrement approprié pour le suivi des parcs a également été développé dans la perspective d'études diachroniques, au delà de la durée de notre propre étude, afin d'être en mesure d'évaluer le devenir des parcs et, à terme, d'en proposer une méthode pour l'étude comparative d'autres parcs.

3.2.3. Suivis-évaluations et expérimentations

Le troisième ensemble d'outils méthodologiques regroupe les suivis-évaluations et expérimentations qui ont été mis en place afin d'évaluer la dynamique et le fonctionnement des parcs, précisément de leurs interfaces arbres-sol-cultures, d'une part, et arbres-bétail, d'autre part.

La plupart de ces évaluations faites avec les exploitants, sur leurs champs, ont été complétées de quelques essais en station et d'analyses de laboratoire.

3.2.3.1. Ontogénèse et dynamique de faidherbia

La connaissance-même de l'espèce et de ses variations individuelles, phénotypiques et d'aménagement, a fait l'objet de multiples analyses comparatives sur :

- **la régénération de l'espèce :**
 - . identification des modes et dénombrements par des suivis saisonniers ;
 - . évaluation des productions semencières, des déprédations des semences et de leur distribution en parc ;
 - . effet du transit intestinal sur les graines et leur capacité germinative par un essai d'alimentation du bétail ;
- **sa croissance et son âge :**
 - . interprétation des cernes du bois par tariérage du tronc des arbres,
 - . suivi dendrométrique pluri-annuel et enquêtes ciblées sur l'âge des arbres,
 - . suivi de la croissance et de la gestion de baliveaux sélectionnés sur cépées,
 - . étude du développement racinaire sur individus jeunes et adultes excavés,
- **son développement architectural :**
 - . reconnaissance de stades architecturaux sur la base des données dendrométriques et de clichés photographiques ;
 - . interprétation des variations morphologiques propres à l'espèce et à son exploitation ;
- **son rythme phénologique :**
 - . détermination des cycles de feuillaison, floraison et fructification et de leurs stades phénologiques par un suivi décadaire des arbres réalisé sur 3-4 ans ;
 - . interprétation des variabilités, caractérisation des effets induits par émondage;
- **les caractéristiques botaniques de ses feuilles et de ses fruits :**
 - . recherche de caractères distinctifs ou de variations écotypiques sur les variables pubescence des feuilles et forme, couleur, dimension et poids des fruits échantillonnés sur l'ensemble des sites ;
- **son état sanitaire :**
 - . suivi-évaluation de la mortalité de l'espèce et des déprédations naturelles ou volontaires par les exploitants.

3.2.3.2. Etude de l'interface arbre-sol-cultures

L'étude des effets de l'arbre sur les sols et les cultures associées s'est faite sur la base d'analyses pédologiques et par la mise en place d'un dispositif expérimental de suivi et de récolte des cultures, soit chronologiquement :

- des prélèvements de sols effectués à différentes distances de l'arbre et profondeurs de sol des principaux sites étudiés, l'analyse des caractéristiques organiques et physico-chimiques des sols devant conduire, notamment, à un bilan de leur fertilité sous l'influence du faidherbia ;
- une quantification de la fumure déposée par le bétail ou gérée par les exploitants, évaluation intégrée aux suivis agricoles et enquêtes agroforestières ;
- le suivi du développement des cultures et leur récolte, selon un dispositif expérimental également destiné à évaluer les effets de l'arbre par la mesure du rendement et de divers paramètres agronomiques des deux principales cultures des parcs, évaluation réitérée sur plusieurs saisons.

3.2.3.3. Etude de l'interface arbre-bétail

Le second grand volet d'étude caractérisant le fonctionnement des parcs à faidherbia concerne l'interface arbre-bétail et en particulier l'importance fourragère de l'espèce, les modes et les effets de l'émondage.

Pour cela, la méthode s'est préalablement appuyée sur les résultats d'enquêtes. Dans un second temps, l'émondage a été suivi à la fois grâce à des relevés réguliers de terrain et à l'interprétation de clichés photographiques pris à différentes périodes de la saison sèche, trois années successives à Watinoma.

La quantification des productions primaires de l'arbre a été réalisée plusieurs années de suite, à Dossi et à Watinoma, par :

- des essais d'émondage total permettant d'évaluer les biomasses en feuilles et en bois ainsi que l'aptitude de l'espèce à reconstituer son houppier ;
- des récoltes totales de fruits, en relation avec l'étude de l'émondage.

L'analyse de la composition chimique et l'interprétation de la valeur nutritive des productions fourragères -feuilles, fruits et rameaux chlorophylliens- a complété qualitativement cette évaluation de l'importance fourragère de l'espèce.

3.3. LE TRAITEMENT DES DONNEES ET L'INTERPRETATION STATISTIQUE

L'ensemble des données d'enquêtes, d'inventaire, de suivi et d'expérimentation ont été saisies sur base de données (D Base III+ ou D Base VI). La plupart des fichiers ont été repris sur tableur (Quattro Pro 5.0) donnant accès, d'une part, à certains outils d'analyse (statistiques élémentaires, tests simples) et, surtout, aux graphiques incorporés à notre étude.

Le traitement statistique de la plupart des données (analyses de variance) a été réalisé sur SAS 6.04. Les analyses multivariées l'ont été sur STAT-ITCF, (Analyse en Composantes Principales et Analyse Factorielle des Correspondances, respectivement décrites par DEVERIN, 1992 et PHILLIPEAU, 1986).

L'enregistrement et l'analyse des données géographiques et d'inventaire ont par ailleurs été réalisés sur SIG (Système d'Information Géographique) sur le logiciel ATLAS-GIS. Pour cela, les fonds de carte ont été digitalisés sur une table Microgrid III de format A0 (fonction de dessin assisté par ordinateur) et les fichiers DBF importés sur ATLAS-GIS selon la procédure décrite au paragraphe 3.2.2.4.

Schématiquement, la manipulation et l'analyse des données sur SIG sont exécutées :

- à **un niveau géographique** : pour la restitution ou l'affichage des données géographiques, sans interprétation ;

- à **un niveau topologique** : qui définit les rapports entre les surfaces traitées et l'analyse mathématique telle que la superposition ou la mitoyenneté de deux détails topographiques, entre des surfaces ou entre ligne et surface ou encore entre points et surface afin de mettre en évidence les relations arbres-parcs et leurs unités ;

- à **un niveau descriptif** : qui permet d'aller de l'attribut position à la description et réciproquement afin de connaître la valeur d'une entité géographique précise dans le premier cas et localiser une valeur recherchée dans le second (positionnement d'un arbre, par exemple).

La restitution des données est faite par des fichiers "mapfile" qui constituent la base des cartes thématiques à élaborer. ATLAS-GIS permet de choisir au plus deux variables, ce qui nécessite éventuellement des pré-traitements si d'autres variables doivent être intégrées à la thématique recherchée.

CHAPITRE 4 : LOCALISATION ET PRESENTATION GENERALE DES SITES D'ETUDE

4.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DES TERROIRS DE WATINOMA ET DE DOSSI

Watinoma¹ est situé dans la moitié sud de la petite province du Bam, à 85 km au nord de Ouagadougou. Administrativement, le village relève du département de Guibaré, du même nom que la localité par laquelle on accède à Watinoma (cf. carte 11). Watinoma est en fait jumelé à une seconde communauté, Vousnango, d'une importance comparable. Son territoire et sa population ont été dissociés de notre étude.

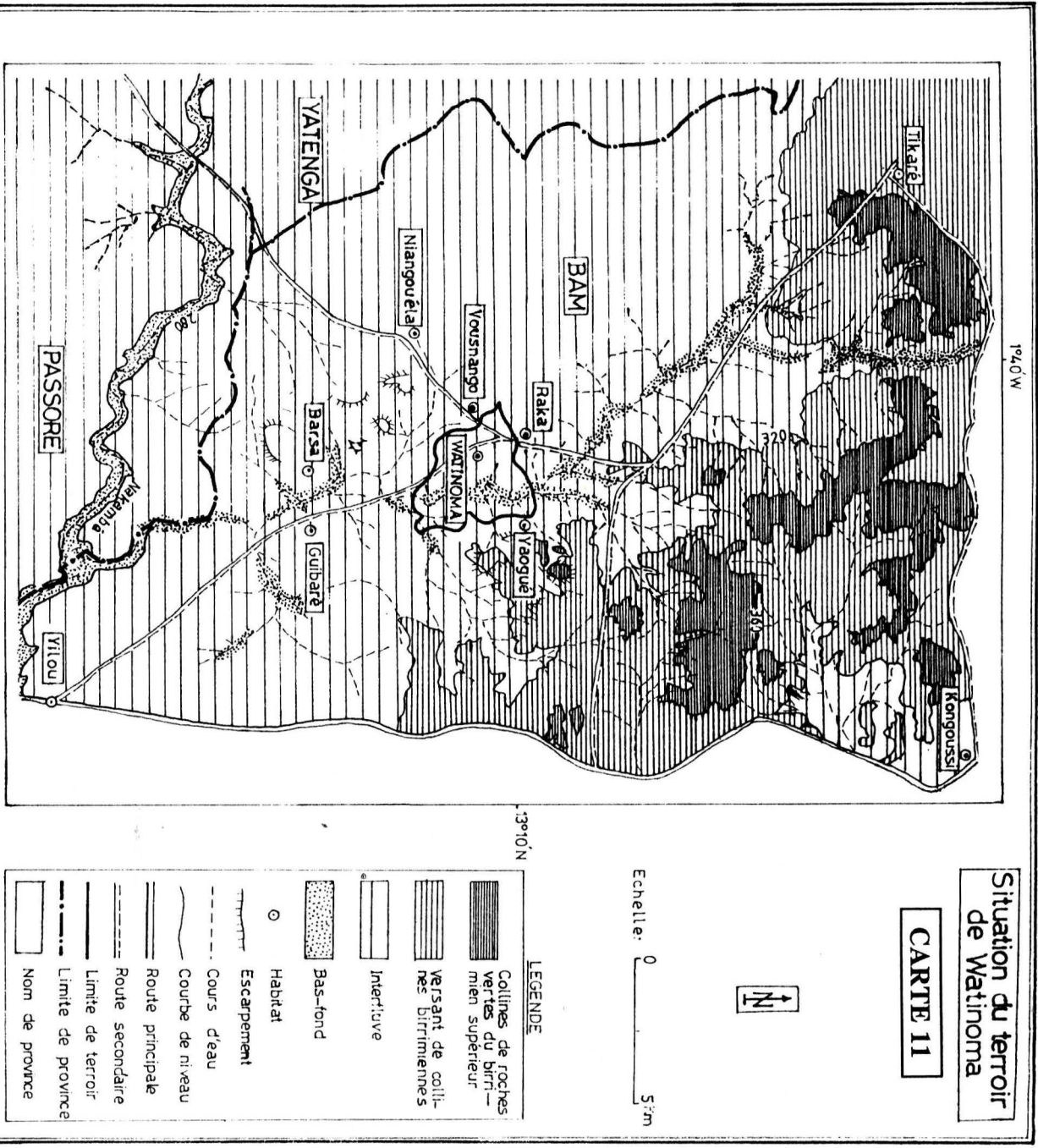
Le terroir strict de Watinoma s'étend entre 1° 36' et 1° 39' de longitude ouest et 13° 07' et 13° 11' de latitude nord, au sein de la partie septentrionale du Plateau central, ici zone de transition entre les climats sahélien et nord-soudanien précédemment décrits. Le village est à 310 m d'altitude.

Watinoma est un petit terroir de 11,3 km². Mais on y trouve une diversité de paysages le long des toposéquences, du haut des versants jusqu'aux talwegs constitutifs d'un important système de bas-fonds drainés par le Nakambé.

La topographie est organisée autour d'un escarpement central cuirassé, d'axe nord-sud, sur lequel le village s'est plus ou moins rassemblé et, de part et d'autre de celui-ci, de deux bassins-versants dont le plus large s'étend à l'est (cf. carte 12 et figure 1) :

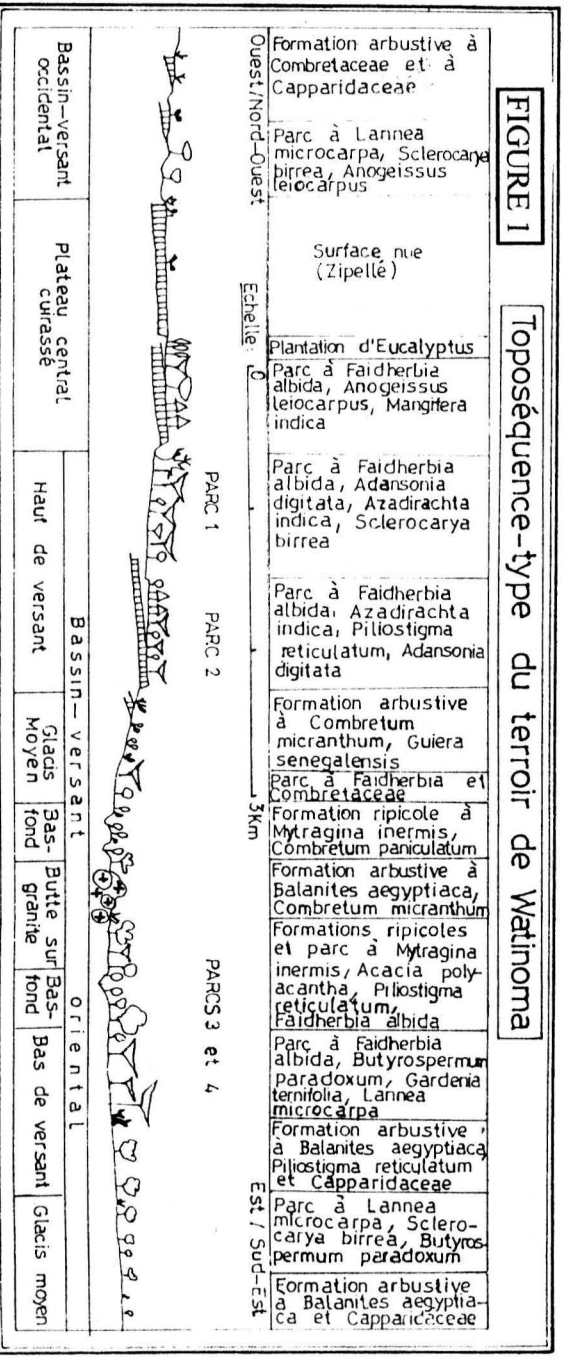
La différenciation entre les deux bassins est d'origine géomorphologique. A l'ouest, la cuirasse est omniprésente à très faible profondeur ou affleurante. A l'est, elle a été largement fragmentée et décapée par l'érosion, faisant ressortir localement des affleurements ou blocs granitiques entourés de kaolins (OUEDRAOGO, 1994). Les pentes sont ici fortes, marquées par les ruptures de pente successives, la plus haute se faisant avec le front de la cuirasse. En aval, le piedmont porte des petites buttes tabulaires à gravillons ferrugineux et des chaos de blocs latéritiques ou granitiques. Au delà, s'étendent les bas-fonds en une vallée inondable, argilo-limoneuse en son centre et plus sableuse en lisière. Cet ensemble reçoit chaque année les eaux chargées d'alluvions et de colluvions, chimiquement riches, issues de l'érosion des méta-volcanites birrimiennes, en amont du réseau. A ce propos, on peut remarquer que Watinoma est situé juste en limite sud de l'ensemble des collines de roches vertes de Kongoussi-Kaya (unité 2.2 du "Sanmatenga" de la carte 8).

¹Watinoma en mooré signifie "venez ici, c'est bon" en raison de la bonne fertilité des terres qui prévalait à l'arrivée des premiers Moosé.



Adaptation de la carte topographique IG3 au 1/200 000 de Kaye, 1960.

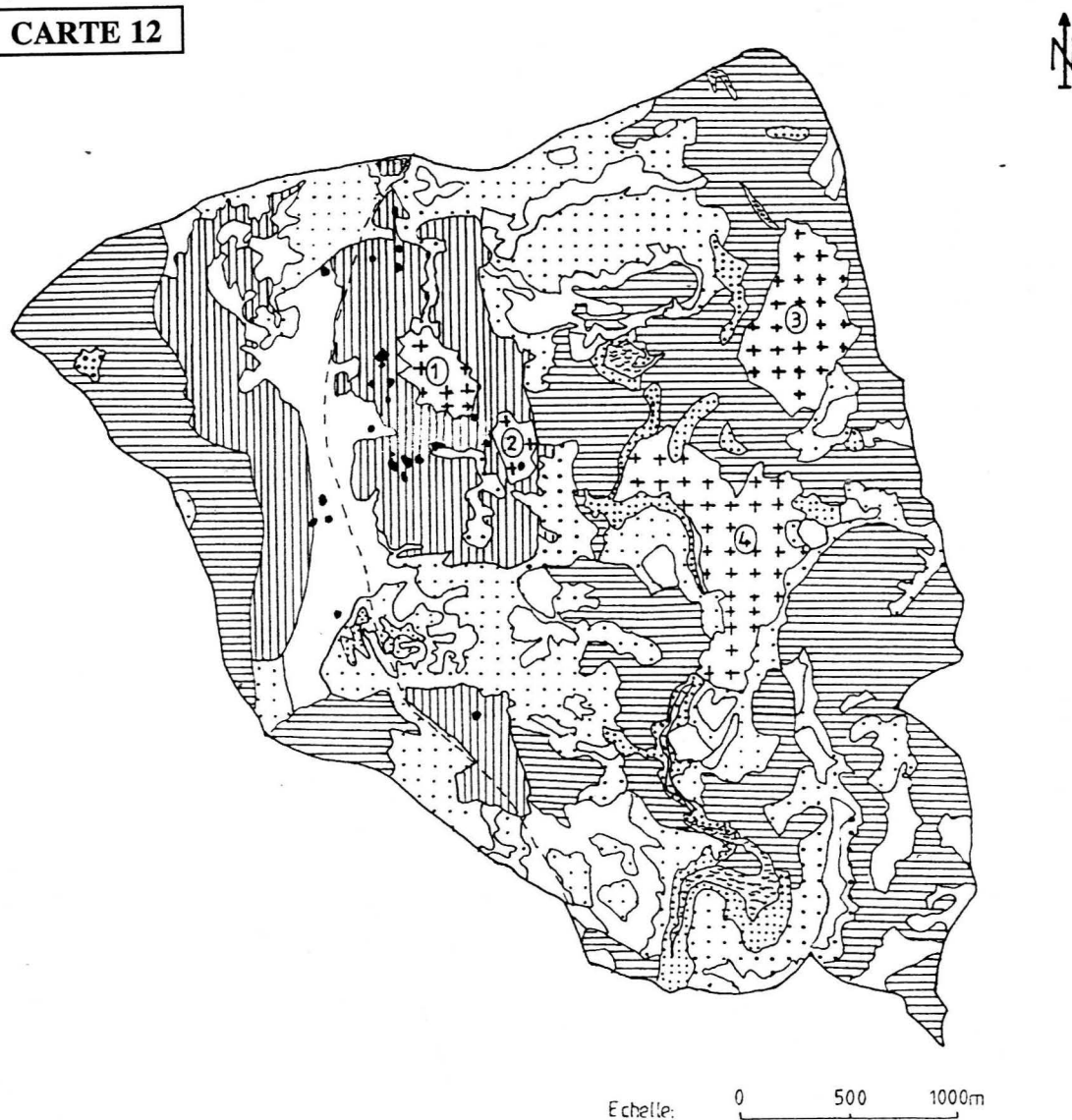
D. DEPOMMIER et S. OUARO, Ouaga, 1995



D. DEPOMMIER et S. OUARO, Ouagadougou, 1995

FORMATIONS NATURELLES PARCS AGROFORESTIERS ET SITUATION DES PARCS A FAIDHERBIA ETUDIES SUR LE TERROIR DE WATINOMA

CARTE 12



Légende

++++	Parcs à Faidherbia albida étudiés		Zone dénudée
	Parcs de village	•••	Habitat
====	Parcs de bas-fond	----	Piste
.....	Steppes arborées	① ②	Haut de versant
.....	Steppes arbustives	③ ④	Bas de versant

Sur un plan morphopédologique, la situation peut être ainsi résumée à Watinoma :

- au centre et à l'ouest, sur le plateau et les buttes-témoins du haut glacis, dominent les sols minéraux bruts sur cuirasse ferrugineuse, les sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et les sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions qui s'étendent jusqu'au moyen-versant. Ces sols sont fortement érodés et très pauvres en matière organique.

L'ensemble appartient à la très vaste "surface d'aplanissement polyphasée ondulée", d'altération kaolinique sur formation cristalline cartographiée dans l'esquisse physiographique de GUILLOBEZ (1985). Le ruissellement y est diffus, intense et généralisé. On observe localement de grosses ravines. Le milieu est ici pénestable à instable :

- à l'est, en bas de versant et sur bas-fonds, on rencontre des associations de sols ferrugineux lessivés avec des sols hydromorphes d'apport colluvio-alluvial, généralement peu humifères à pseudo-gley (sur alluvions de roches cristallines) ;

- sur la limite nord-est du terroir, y sont associés des sols bruns eutrophes et des sols vertiques dont la pédogénèse résulte de l'altération montmorillonitique des collines de roches vertes qui forment un massif à quelques km du terroir.

Le réseau hydrographique du bassin oriental est peu individualisé. Sur les surfaces très planes des bas-fonds, l'écoulement est lent, laissant des marigots discontinus et temporaires en saison sèche. Watinoma comme l'ensemble du sud de la Province du Bam est traversé d'un vaste ensemble hydrographique drainé par les affluents du Nakambé (ex-Volta Blanche), à l'écoulement temporaire. Les bas-fonds y sont très étendus et bien que les crues parfois dévastatrices ne soient pas maîtrisées, leur mise en culture a permis de répondre aux besoins alimentaires d'une population grandissante. Aussi, la végétation a-t-elle été très éclaircie, en particulier les formations ripicoles à *Mitragyna inermis*, *Acacia seyal* et *Anogeissus leiocarpus*, caractéristiques de la zone, d'après FONTES et GUINKO (1995).

Sur le plateau et ses glacis, les rares zones arables non cultivées sont constituées de steppes, plus arbustives qu'arborées, dominées par les combretacées.

Quant aux zones incultes et sans végétation, qui d'après les photographies aériennes, de 1954 occupaient près du tiers des surfaces, elles ont été sensiblement réduites en l'espace de 40 ans, par comparaison avec les photographies aériennes réalisées en 1994. Comme l'a relevé OUEDRAOGO (1994), si les jachères ont pratiquement disparu et les formations ligneuses les plus denses ont été réduites au profit de l'agriculture, d'un autre côté, les activités de plantation villageoise entreprises depuis les années 80 ont beaucoup réduit les surfaces nues ("zipellé"). Les principales espèces, *Eucalyptus camaldulensis* et *Azadirachta indica*, font aujourd'hui partie du paysage de l'escarpement central. Il s'y ajoute des micro-vergers de manguiers, près des habitations.

A 260 km au sud-ouest de Watinoma, le terroir de Dossi appartient à un environnement bien distinct, marqué par un climat pleinement soudanien. Dossi qui fait partie de cette région ouest, centrée sur Bobo-Dioulasso, sa capitale, est à 110 km au nord-est de celle-ci. Les deux localités relèvent d'ailleurs de la vaste province du Houet. Dossi qui se situe en sa limite orientale, s'inscrit dans le département de Houndé (cf. carte 13).

Le terroir de Dossi est vaste, couvrant près de 257 km², soit 23 fois celui de Watinoma.

La différence presque extrême entre les deux terroirs reflète toutefois bien l'exigüité de l'espace prévalent sur le Plateau Central et l'étendue des terres de l'ouest burkinabè qui attirent tant de migrants.

Dossi s'étend entre 3° 17' et 3° 30' de longitude ouest et 11° 22' et 11° 30' de latitude nord. Le terroir est au nord limitrophe avec celui de Boni dont la liaison est assurée par une piste principale débouchant sur la route nationale Bobo-Dioulasso - Ouagadougou.

Le village, à 350 m d'altitude, est adossé au pied d'une chaîne de buttes et de collines rocheuses d'origine birrimienne qui traversent du nord au sud le terroir et culminant pour les plus hautes à 450 m d'altitude.

De fait, comme à Watinoma, l'espace est structuré en deux bassins versants, ouest et est. Ceux-ci relèvent respectivement de la Bougouriba, au sud, et du grand Balé, au nord. Tous deux sont des affluents du Mouhoun (ex-Volta Noire).

De part et d'autre des collines, souvent abruptes du fait du pendage des roches métamorphiques associées aux roches volcaniques et disposées en couches plus ou moins redressées, s'étendent des cuvettes allongées constituant des dépressions périphériques (cf. carte 14 et figure 2). Le parc à *Faidherbia albida* de Dossi occupe l'une d'elles.

Au delà, leur succèdent des glacis et des plateaux, à carapace ferrugineuse résultant de la pénéplanation au socle. Les cuirasses, de part et d'autre des collines, se sont constituées sur roches basiques alors qu'ailleurs sur le terroir elles se sont formées sur le socle granitique. Les sols superficiels qui s'y sont développés n'ont donc pas la même richesse minérale. Les cuirasses, quasi-horizontales ou "bowé"², occupent à Dossi de vastes surfaces sans végétation ou ne portant que des formations claires, plus arbustives qu'arborées. Celles-ci sont dominées par des *Combretaceae* (*Combretum ghasalense*) accompagnées d'*Acacia macrostachya* et de plages discontinues d'herbacées (*Loudetia togoensis* et *Andropogon spp.*). Les glacis intermédiaires portent des savanes arborées et, localement, des forêts claires alternant avec des parcs agroforestiers. On y observe l'omniprésence du karité (*Butyrospermum paradoxum*) accompagné de *Detarium microcarpum*, *Terminalia avicennioides*, *Lannea microcarpa* et, par endroits, *Burkea africana* et *Entada africana*. Les forêts-galeries contiennent de grands arbres tels que *Khaya senegalensis* et *Ficus gnaphalocarpa*, mais aussi *Mitragyna inermis*, *Acacia polyacantha* et des espèces lianescentes telles qu'*Acacia pennata*.

²Pluriel de "bowal".

Toutes les formations arborées constituent des jachères plus ou moins longues et donc un stock élevé de matière organique mis à profit de l'agriculture lorsque celles-ci sont cycliquement reconverties en parcs.

Comme dans toutes les régions du sud et de l'ouest du pays, l'ensemble des formations naturelles du terroir de Dossi brûle chaque année.

D'après KILLIAN (1993) qui a fait une estimation des surfaces du terroir par télédétection, les cuirasses couvrent 21 % de la surface totale. Les formations arborées denses et les forêts galeries couvrent un peu moins de la moitié du terroir. Ces surfaces sont quasi-inchangées depuis 10 ans. Quant à la dépression périphérique qui contient la presque totalité du parc à *faidherbia*, elle ne représente que quelques % de la surface de Dossi. Mais elle porte des sols bruns eutrophes, à texture argileuse et riches en calcium, sols parmi les plus fertiles du pays.

Les sols expriment l'une des différences les plus marquées entre des deux terroirs.

4.2. CONTRASTES DEMOGRAPHIQUES ET FONDEMENTS SOCIO-HISTORIQUES

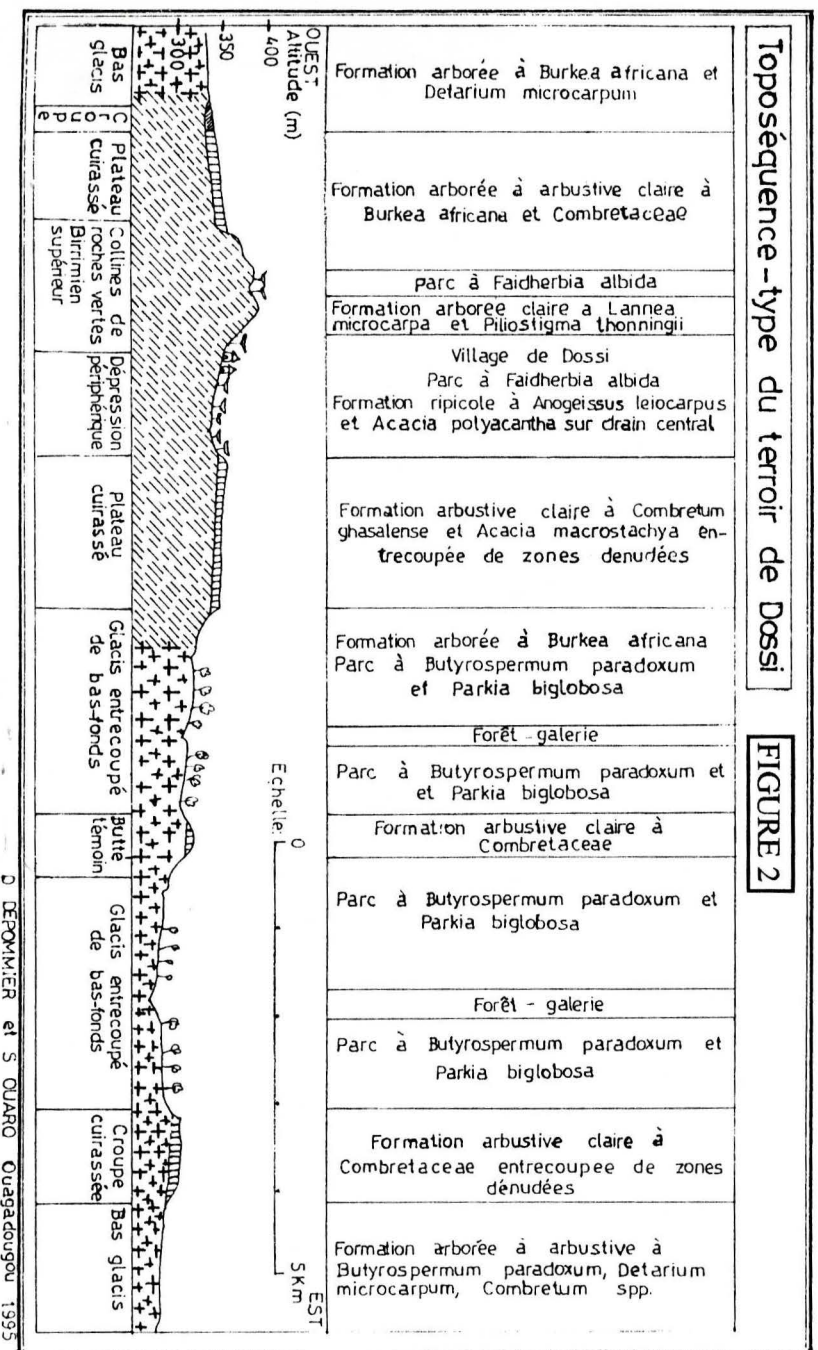
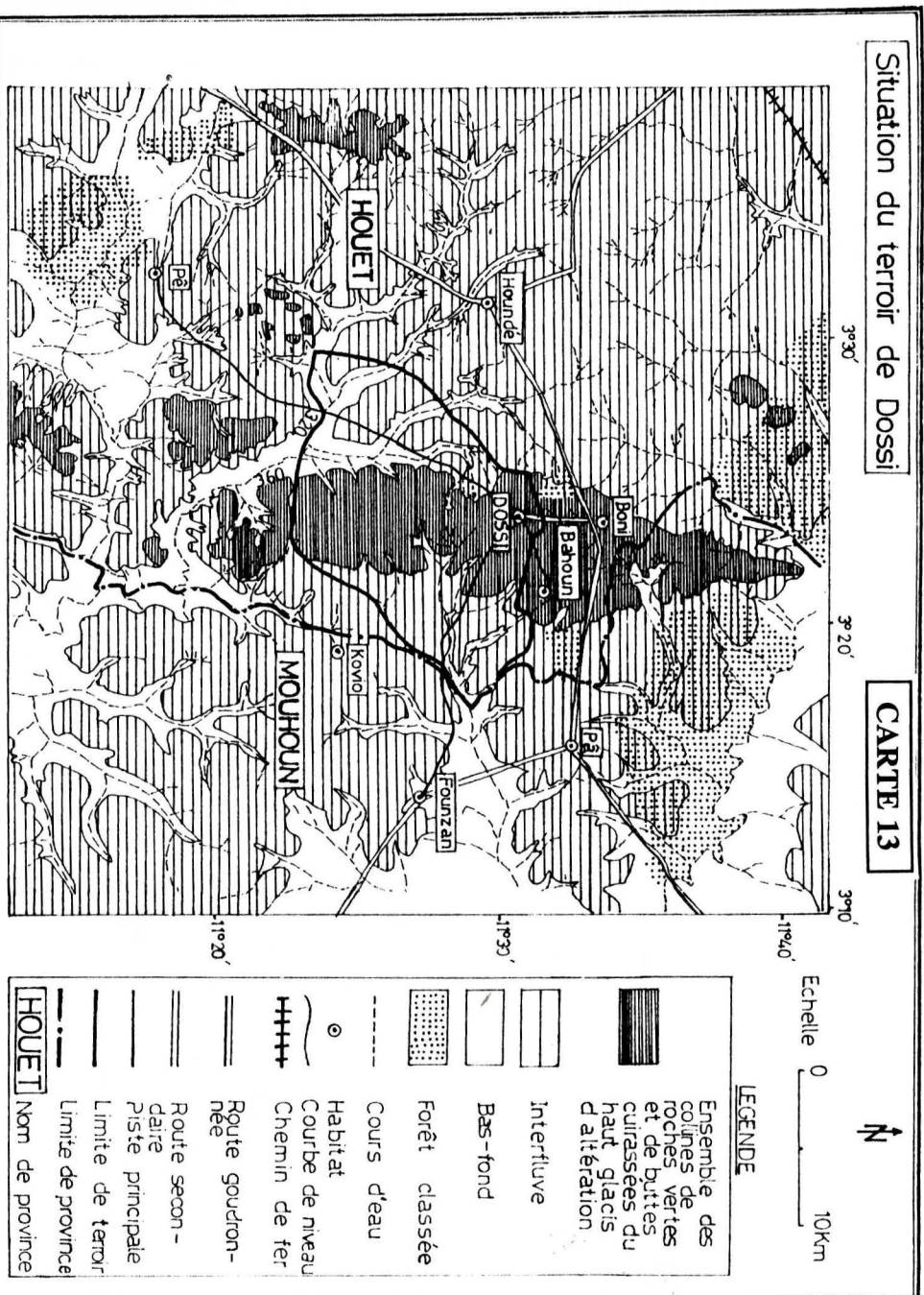
Les différences sont particulièrement marquées pour ce qui concerne la pression démographique, 10 fois plus élevée à Watinoma qu'à Dossi. Avec 130 habitants au km², Watinoma, village moaga, se situe dans les densités maximales observées sur le Plateau central alors que pour la province du Bam, la densité moyenne ne dépasse pas 60 habitants/km². Le village compte aujourd'hui près de 1 500 habitants.

Deux facteurs auraient contribué à cette concentration de population qui a doublé en 25 ans (OUEDRAOGO, 1990) :

- à Watinoma, qui dépend de la chefferie de Tikaré³, deux chefs se sont succédés depuis 1952. Les nouveaux responsables, désignés par Tikaré et qui héritent des prérogatives de gestionnaire de la terre, sont venus avec leur suite. Le village aurait ainsi fortement augmenté sa population ;

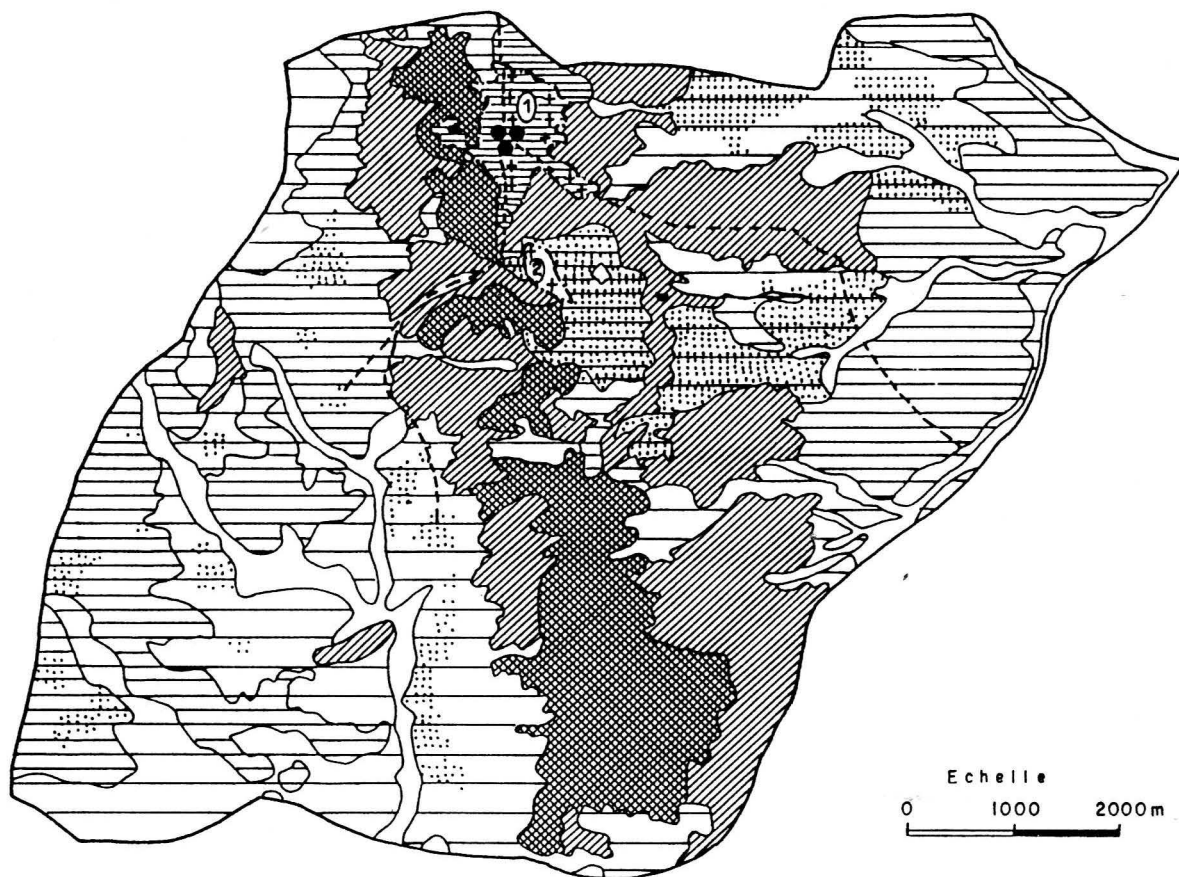
- dans le même temps, s'est faite la mise en valeur des bas-fonds, assez étendus à l'est. La période de grande sécheresse des années 70 a engendré d'importants mouvements de population abandonnant les régions les plus sèches ou deshéritées pour des zones plus favorables, au sud du pays, ou, localement, comme ce fut le cas à Watinoma pour les sites plus humides. Les Peuls résidents de Watinoma nous ont confirmé que la colonisation des bas-fonds par les agriculteurs s'était faite à leurs dépens. Aujourd'hui certaines familles et leurs troupeaux ont quitté le site pour des terrains de parcours plus étendus au sud du pays. Ces Peuls constituent encore 12 à 15 % de la population du terroir.

³"Selon la tradition orale, les habitants de Watinoma seraient les descendants de Naaba Zida, fondateur du royaume de Zitenga et se seraient installés au 18^{ème} siècle. Mais l'occupation de ce village n'a pas été permanente. Une épidémie de trypanosomiase amena la population à se déplacer. Mais le village sera reconstitué sous le règne de Naaba Sanem (1882-1908)" rapporte VIMBAMBA (1995).



FORMATIONS NATURELLES, PARCS A KARITE ET PARCS A FAIDHERBIA DU TERROIR DE DOSSI

CARTE 14



UNITES GEOMORPHOLOGIQUES	VEGETATION
Buttes rocheuses	Savane arborée claire
Plateau cuirassé	Savane arbustive claire
Glacis d'ennoyade	Parcs à <i>Faidherbia albida</i> et parcs à <i>Butyrospermum paradoxum</i>
Croupe à carapace	Savane arborée
Bas-glacis	
Bas-fonds	Forêt - galerie
Parc à <i>Faidherbia albida</i>	— Limite de terroir
Parc à <i>Butyrospermum paradoxum</i>	- - - Limite du parc à <i>Faidherbia albida</i>
Habitat	① Fonctionnel, étudié
Piste	② Relique, en jachère

Carte réalisée par D. DEPOMMIER et S. OUARO; photos aériennes de la mission 81031 HV; Ouagadougou, 1993

Dossi, à l'inverse de la situation démographique de Watinoma, est moins peuplé que ne l'est sa province, le Houet, soit 13 habitants/km² contre 25.

Sa population est passée de 2 000 habitants en 1960 (SAVONNET) à 3 337 en 1992, soit un taux d'accroissement annuel de 2,1 %. Essentiellement bwa, elle pourrait cependant connaître dans les prochaines années une accélération démographique du fait de l'arrivée récente et de plus en plus nombreuse de migrants moosé. Ils ne représentent actuellement pas plus de 5 % de la population du village⁴.

En outre, la superficie de ce vaste terroir est aujourd'hui contestée dans ses marges :

- . au nord-est par les exploitants de Bahoun⁵ qui se seraient appropriés des terres autrefois allouées à leurs parents par les villageois de Dossi ;
- . à l'ouest, par un village de Peuls sédentarisés, fort de 700 habitants, récemment constitué et administrativement enregistré, sous le nom de Saho.

Aussi, la délimitation du terroir, faite avec l'assistance d'un vieil exploitant a-t-elle été reconnue dans sa plus grande compréhension, mais la réalité est qu'au moins 10 à 15 % du terroir échappe aux villageois de Dossi. Ce qui ne les empêche pas de disposer encore de vastes réserves foncières⁶.

Comme Watinoma, le village de Dossi est organisé en quartiers. Mais à Dossi, village groupé et de vieille implantation, les quatre principaux quartiers sont bien délimités, correspondant aux différents lignages et familles alliées qui se sont successivement installés.

Ce sont les quartiers de :

- . Kokoné pour le lignage Kobié ;
- . Kihinia pour les Bokétonou et les familles Dapoho et Didilo ;
- . Kouéhien pour le lignage Kambi (dont l'ancêtre fut le premier arrivé sur le site avec un Dapoho) ;
- . Luyo qui regroupe les Lowa, Gnomou, Vandonou, Moukien et Kohié.

⁴Les premiers Moosé sont arrivés à Dossi voici 20 à 30 ans et ont été parfaitement intégrés à la communauté bwa. Il en va autrement de la nouvelle vague de migrants (1991) car chacun a suivi l'évolution de villages voisins tel que Bahoun où, en une génération, la population migrante moosé est devenue aussi importante que celle des autochtones bwas puis l'a dépassée.

⁵Selon les habitants de Dossi, Bahoun est un village de création assez récente qui constituait autrefois un quartier de Dossi. On y retrouve les principaux lignages.

⁶La densité serait donc un peu plus élevée, soit 15 à 20 habitants/km², ce qui reste très bas.

Ils disposent, tant en brousse qu'autour du village, sous parc à *Faidherbia albida*, de quartiers de culture dont la transmission et la gestion sont traditionnellement garanties par le Chef de terre⁷.

Enfin, on note pour les deux terroirs le faible taux d'alphabétisation inférieur à 30 %. Les principales langues parlées sont le bwamu à Dossi et le mooré à Watinoma. Le français n'est compris que par une faible minorité d'habitants et le dioula est à peine plus parlé que le français à Dossi. Quant à la religion, les Moosé de Watinoma sont majoritairement musulmans alors que les Bwabas de Dossi sont animistes.

4.3. LES TRAITS DOMINANTS DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

Les principales caractéristiques des exploitations agricoles de Dossi et de Watinoma sont résumées au **tableau 4**. Leur comparaison révèle les points suivants :

- le nombre moyen d'habitants par exploitation est peu différent entre Dossi et Watinoma, soit près de 10 habitants dont la moitié a moins de 15 ans. Watinoma, se différencie toutefois par un nombre élevé de membres familiaux vivant hors exploitation (en ville au Burkina Faso, ailleurs sur des sites aurifères, ou en Côte d'Ivoire). Le chiffre de Dossi n'est pas connu mais il serait très faible,

- la pression agricole sur la terre n'est pas la même :

- . le taux d'occupation agraire n'atteint pas 10 % à Dossi alors qu'il est proche de 60 % à Watinoma ;
- . corollairement, l'exploitation, de petite dimension sur chaque terroir, dispose d'une surface agricole utile 2 à 3 fois plus importante à Dossi qu'à Watinoma ;
- . près de 30 % des exploitations de Watinoma disent avoir abandonné des terres devenues inexploitable. Près de 60 % d'ailleurs ne font pas de jachère et le temps de jachère dépasse rarement 2 ans, ce qui ne permet pas de restauration de la fertilité. A Dossi, les jachères sont véritablement forestières ou au minimum arbustives faisant suite à 5 à 10 ans de cultures itinérantes au sein de chaque "quartier de brousse" de chaque lignage ;
- . si à Dossi presque tout exploitant est en quelque sorte "co-propriétaire" de la terre, sous un régime de communauté lignagère -terre qu'il exploite individuellement ou en famille- à Watinoma, le manque de terre fait que près de 30 % des exploitants ne sont qu'allocataires de champs, sans sécurité

⁷Aujourd'hui, le Chef de terre (un Lowa) a perdu beaucoup de son autorité. Si chacun respecte les limites attribuées aux quartiers de terre, la plupart des familles allouent des terres en particulier aux étrangers qui les sollicitent, sans en référer au Chef de terre.

foncière pour eux et leur famille. A Dossi, on "donne" aujourd'hui beaucoup de terre aux étrangers, essentiellement à des migrants moosés. Mais entre eux, les exploitants s'échangent parfois des terres ; ces allocations correspondent souvent plus à une pratique sociale, de bonne relation, qu'à un véritable besoin économique ;

- Dossi et Watinoma sont des villages constitués à plus de 80 % d'agriculteurs.

Mais à Watinoma, les exploitants agricoles ont presque tous des activités secondaires artisanales, -tissage du coton en particulier- pratiquées en saison sèche. Certains sont également éleveurs, leurs animaux n'étant pas fréquemment confiés aux Peuls. Par contre, à Dossi, moins de la moitié des exploitants ont une activité secondaire, artisanat et élevage, également pratiqués en saison sèche. Quant aux Peuls qui résident en limite du terroir, ils sont à la fois des éleveurs et des agriculteurs associant largement leur bétail (fumure) aux cultures à Watinoma comme à Dossi.

- les cultures et les pratiques agricoles font également la différence d'un terroir à l'autre.

- . Sorgho et mil représentent les trois-quarts des surfaces cultivées de Watinoma alors que le coton, culture de rente par excellence, couvre plus de la moitié des surfaces cultivées à Dossi. Les céréales n'y représentent qu'un tiers des surfaces. On note que les légumineuses sont très marginales à Watinoma : l'arachide représente 2 % des surfaces mais concerne 45 % des exploitations et pratiquement autant de femmes.
- . l'équipement agricole est beaucoup mieux pourvu à Dossi qu'à Watinoma, résultant du développement de la culture du coton.

Les exploitants de Dossi disposent pour la plupart de charrues et de boeufs de trait qui sont élevés en mode semi-intensif.

Rien de tel n'existe à Watinoma où les ânes de trait remplacent les boeufs. Quand au reste du bétail il est tout de même plus abondant à Watinoma où presque tous les exploitations ont des petits ruminants. A Dossi, si les petits ruminants concernent au plus 20 % d'exploitations, on note cependant que l'élevage des porcs est très courant. C'est traditionnellement une activité féminine.

TABLEAU 4 : CARACTERISTIQUES DES EXPLOITATIONS AGRICOLES DE WATINOMA ET DE DOSSI

CARACTERISTIQUES	WATINOMA ¹	DOSSI ²
Nombre moyen d'habitants/exploitation	9,5	11
Nombre d'actifs (> 15 ans)/exploitation	5	7
Membres vivant hors terroir/exploitation	3,4	Très faible
Exploitations ayant 1 vivant ou plus hors terroir (%)	71	Très faible
Chefs d'exploitation ayant une activité secondaire (%)	90	< 50
Taux d'occupation agraire (%)	60	5 à 10
Surface agricole utile de l'exploitation (ha)	2 à 3	6
Durée moyenne de la jachère sur les terres où elle est pratiquée (ans)		
Exploitations pratiquant la jachère (%)	1 à 2	5 à 15
Exploitations allouant des terres (%)	41	100
Nombre moyen de parcelles cultivées/exploitation	< 5	28
	5 à 7	2 à 3
Principales cultures en % des surfaces :		
- n° 1	Sorgho : 43	Coton : 52
- n° 2	Mil : 32	Maïs : 22
- n° 3	Niébé : 12	Sorgho : 11
- n° 4	Coton : 4	Arachide : 5
- n° 5	Sésame : 4	Mil : 4
- n° 6	Maïs : 3	Pois niébé : 3
Exploitations pratiquant la culture attelée (%)	44	64
Exploitations ayant 1 charrue ou plus (%)	53	72
Exploitations ayant 1 charrette ou plus (%)	43	41
Exploitations ayant 1 butteur ou plus (%)	0	55
Exploitations ayant 1 sarcléur ou plus (%)	0	65
Exploitations ayant 1 pulvérisateur ou plus (%)	0	41
Exploitations ayant 1 fosse fumière ou plus (%)	7	7
Exploitations ayant 1 boeuf de trait ou plus (%)	7	86
Exploitations ayant 1 âne ou plus (%)	65	3
Exploitations ayant des bovins de parcours (%)	21	9
Exploitations ayant des ovins (%)	86	10
Exploitations ayant des caprins (%)	72	19
Exploitations ayant des porcs (%)	< 5	> 90

1 : Sources d'information : Enquête-diagnostic IRBET/CES-AGF, 1989, et enquêtes faites auprès des exploitants par l'encadreur CRPA de Watinoma.

2 : Sources d'information : CRPA des Hauts Bassins, rapport d'activités 1992 et encadreur CRPA de Dossi

4.4. LA PLACE DES PARCS A FAIDHERBIA DANS LES SYSTEMES AGRAIRES DE DOSSI ET DE WATINOMA

Chez les Bwas de Dossi et de la région de Houndé, comme l'a décrit SAVONNET (1960), trois types de champs s'inscrivent successivement, dans le paysage, entre le village et la brousse :

- * le "ka", étroite zone de champs ou plus exactement de jardins de case, ressemblant à de très petites parcelles contiguës aux habitations des quartiers. Des tapades de tiges de sorgho ou de bois mort les protègent du bétail. Les parcelles sont fumées et cultivées en permanence par les hommes, souvent les plus âgés, qui ne se déplacent que difficilement. Ils y font du maïs hatif, du sorgho rouge puis, en fin de saison des pluies, ils y repiquent du tabac et parfois des légumes ;

- * le "wa", zone pour majeure partie sous un parc à *Faidherbia albida* en apparence homogène. Ce sont les champs de village formant une vaste auréole d'un kilomètre de rayon autour de Dossi. Comme le fait remarquer DE PLAEN (1993) le "wa" va au delà du parc à faidherbia. Il incorpore aujourd'hui dans ses marges un parc à karité et néré. L'ensemble est subdivisé en 11 zones délimitées en termes d'allocation lignagère et d'usages.

Les cultures y sont majoritairement céréalières : maïs et sorgho rouge. Ce dernier est en grande partie transformé en bière ("dolo"). On y cultive aussi du coton et diverses légumineuses, arachide et pois de terre, et parfois des tubercules. Les champs, permanents pour la plupart, sont assez régulièrement fumés (fumier et ordures ménagères principalement).

A Dossi, une première originalité est que l'auréole du "wa" s'étend jusqu'au cœur des collines qui dominent le village. Les cultures y sont aménagées sur des terrasses de pierres sèches. Mais leur médiocre entretien voire leur abandon gagnent aujourd'hui progressivement tout le versant ouest aux dépens de *Faidherbia albida*. Un second point particulier est la présence d'un autre parc à faidherbia, à deux km au sud du village. Ce parc résulte de l'abandon du premier site d'installation du village. Il apparaît comme une zone intermédiaire entre les champs de village et les champs de brousse : ce qu'il reste aujourd'hui de ce parc abandonné ne représente pas le cinquième de la superficie du parc principal de Dossi, soit une cinquantaine d'hectares. Ce parc qui était vraisemblablement beaucoup plus important autrefois n'est plus guère fonctionnel car il est largement colonisé par une végétation de jachère et présente de très fortes discontinuités. De vastes espaces envahis de fourrés arbustifs où *Faidherbia albida* a totalement disparu coexistent ça et là avec des lambeaux de parc aux faidherbias irrégulièrement dispersés, âgés et en mauvais état sanitaire.

- * le "ma" désigne les champs de brousse compris entre quelques kilomètres et jusqu'à 15 kilomètres du village. Aujourd'hui le "ma", essentiellement cultivé en coton, maïs et sorgho rouge assure la majeure partie de l'économie agricole de Dossi, inversement à la situation qui prévalait encore en 1960 quand le "wa" assurait la plus large part de la production agricole (SAVONNET). Les champs sont ici relativement grands, couvrant plusieurs hectares. La main d'oeuvre pour les cultiver ou les défricher fait souvent défaut. Les agriculteurs y demeurent d'ailleurs une grande partie de la saison. Tous les champs de brousse associent le karité (*Butyrospermum paradoxum*), espèce dominante des parcs agroforestiers et, dans une moindre proportion, le néré (*Parkia biglobosa*).

L'usage des engrais chimiques (NPK, phosphate et urée) y est de plus en plus courant ; il le devient autant pour le maïs que pour le coton.

Au total, on peut considérer que tous les systèmes de culture sont aménagés en parcs agroforestiers : parcs à faidherbia qui représentent 25 % des terres cultivées et parcs à karité qui couvrent le reste, soit respectivement 400 et 1 100 hectares (1993).

A Watinoma, il n'existe pratiquement plus de champs de brousse. Deux grands types de champs sont identifiables :

- * les champs de case qui occupent une partie de l'escarpement central et le haut des versants, plus ou moins groupés autour des habitations. Ces champs, de petite dimension, sont pour beaucoup très érodés et épuisés. Cependant, chaque année, des aménagements anti-érosifs tels que des cordons pierreux et des végétalisations isohypses y sont réalisés avec l'appui de divers intervenants extérieurs. Sorgho et mil, souvent associés au niébé, dominent les cultures lesquelles sont essentiellement de subsistance. Les femmes y cultivent aussi de l'arachide, sur de très petites parcelles. Comme à Dossi, ces champs sont assez régulièrement fumés (fumier et compost).
- * les champs de village qui sont pour la majeure partie constitués des terres de bas de versant et de bas-fonds. Ils couvrent dans le bassin oriental d'importantes superficies qui ont été mises en valeur depuis une génération. Le besoin de nouvelles terres et l'assèchement du site ont facilité leur aménagement. Les cultures sont là encore principalement vivrières et de subsistance. Le sorgho blanc à long cycle les dominent. S'y ajoutent un peu de coton et du niébé associé au sorgho sur les zones exondées. Ces champs sont très peu et irrégulièrement fertilisés. La fumure est minérale (NPK). A l'instar des champs de case, les terres de bas-fonds sont après récolte laissées en vaine pâture.

Comme à Dossi, l'ensemble des surfaces cultivées de Watinoma est associé à un parc d'arbres et parfois d'arbustes aux faciès très variés. Les parcs agroforestiers qui couvrent plus de 55 % de la surface du terroir sont à Watinoma pratiquement tous plurispécifiques. Les associations de ligneux peuvent être complexes. OUEDRAOGO (1994) en a cartographié une vingtaine répartis entre les champs de case et ceux de village. *Faidherbia albida*, *Butyrospermum paradoxum* et *Lannea microcarpa* constituent les parcs les mieux représentés. *Faidherbia albida*, associé à ces espèces et, à divers degré, à *Adansonia digitata*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Anogeissus leiocarpus*, *Mitragyna inermis*, *Sclerocarya birrea*, couvre plus du quart de la surface du terroir soit plus de 40 % des surfaces cultivées. Mais à la différence de Dossi, les parcs à *faidherbia* ne sont ici pas unitaires. Ils sont entrecoupés d'autres parcs, de lambeaux de formations arbustives et parfois de zones dénudées constituant un véritable patchwork.

Si la place de l'arbre qui lie l'ensemble est tout à fait significative de l'intérêt porté aux ligneux, on observe à Watinoma comme dans la plupart des villages moosés du Plateau Central que le karité est l'espèce la plus importante pour les exploitants : 64 % le préfèrent contre seulement 7 % au *faidherbia* selon l'enquête diagnostique de l'IRBET (1989).

"Le karité est notre père et notre mère" comme le rapporte VIMBAMBA (1995) à propos de l'espèce qui fait l'objet de louanges intarissables.

Le *faidherbia*, quant à lui, aurait connu un regain d'intérêt voici trente ans sous l'impulsion du Chef, soucieux de reconstituer un parc alors menacé de disparaître. Nous reprendrons ce témoignage essentiel dans l'interprétation de l'âge des parcs et de la dynamique de l'espèce dans les parties III et IV de notre étude.

DEUXIEME PARTIE :
DIAGNOSTIC DES PARCS A
FAIDHERBIA ALBIDA

CHAPITRE 1 : METHODOLOGIE D'ENQUETES

Afin de réaliser un diagnostic approfondi des parcs agroforestiers de Dossi et de Watinoma, plusieurs types d'enquêtes, complémentaires, ont été développées par étape, à l'échelle de l'exploitation et de son parcellaire, soit :

- une pré-enquête agroforestière,
- une enquête agroforestière faite auprès des agriculteurs,
- une enquête de suivi agricole, complétant la précédente,
- une enquête agrosylvopastorale réalisée auprès des Peuls.

La pré-enquête a permis d'identifier les principales caractéristiques des exploitations agricoles et d'aménagement des parcs agroforestiers. Sur la base de cette première reconnaissance, on a pu définir un taux de sondage approprié et développer un questionnaire raisonné et standardisé pour l'enquête agroforestière proprement dite. Les échantillonnages de celle-ci ont sur les deux terroirs fait l'objet d'une stratification simple par âge et par sexe des exploitants des parcs. Mais à Watinoma, en raison de la plus forte hétérogénéité des parcs observée, l'échantillonnage a fait l'objet d'une seconde stratification à l'échelle des sites étudiés, des hauts de versant, d'une part, et bas de versant et bas-fonds, d'autre part.

L'enquête de suivi agricole a été greffée sur l'enquête agroforestière. Elle avait pour but de relever sur le terrain des données que la seule enquête agroforestière ne suffisait à collecter. En raison de l'importante diversité des façons culturales, le suivi a été appliqué tant à Dossi qu'à Watinoma sur un large échantillonnage parcellaire.

1.1. LES ENQUETES DE DOSSI

1.1.1. Pré-enquête/Inventaire

Quelques mois avant la campagne agricole 1992, on a réalisé une pré-enquête basée sur un questionnaire simple identifiant les exploitants à partir de leurs parcelles et, à cette échelle, les cultures et les principales pratiques agricoles du parc (cf. **annexe 1**). Cette pré-enquête a été couplée à un premier inventaire du parc à faidherbias.

Sur chaque parcelle dont la surface a été évaluée, l'inventaire a pris en compte, l'effectif de tous les ligneux de circonférence > 10 cm. Mais les mesures dendrométriques n'ont concerné que les faidherbias, numérotés au fur et à mesure de cet inventaire : circonférence à 1,30 m et hauteur des individus, diamètres nord-sud et est-ouest de la projection au sol du houppier. Pour chaque individu sa position limitrophe éventuelle était enregistrée. Cette première enquête/inventaire a touché plus de la moitié du parc, dans sa limite périvillageoise (marges périphériques et parc "perché" des collines exclus), correspondant à près de 400 parcelles pour environ 200 exploitants.

1.1.2. Enquête agroforestière

L'enquête agroforestière a été réalisée auprès d'un échantillonnage de 50 exploitants représentatifs de la structure de la population des exploitants du parc (taux de sondage = 15 %). Elle a été appliquée au début de la saison agricole 1992. Outre la distribution de l'âge et le ratio homme/femme retenus comme critères pour structurer l'échantillonnage, on a pris en compte le mode de culture (attelée ou manuelle).

Le questionnaire a été structuré en 5 fichiers thématiques (cf. **annexe 2**) :

- identification de l'interrogé et caractéristiques de l'exploitation dont les principales contraintes et les sources de revenus ;
- caractéristiques agropédologiques et travail du sol incluant des questions relatives aux pratiques de conservation de l'eau et du sol en parc ;
- cultures, fumure et associations culturales pour la saison en cours ;
- composante élevage intégrant l'importance fourragère du *Faidherbia* ;
- composante ligneuse identifiant les 5 espèces à usages multiples les plus importantes pour les exploitants ;
- composante *Faidherbia albida*, partie la plus développée du questionnaire, traitant de l'origine du parc, du foncier, de l'importance de l'espèce, de sa dynamique, de son aménagement et enfin des fonctions, avantages et inconvénients reconnus par l'exploitant.

1.1.3. Enquête de suivi agricole

A la saison suivante, en 1993, un questionnaire de suivi agricole a été appliqué afin d'enregistrer avec précision le déroulement des pratiques agricoles et sylvicoles au cours de la saison et de fournir des informations complémentaires à celles tirées de l'enquête précédente (cf. **annexe 3**). L'échantillon de 50 exploitants de l'enquête agroforestière a été repris et augmenté d'autant, soit au total 100 exploitants et 100 parcelles correspondantes. La consolidation de l'échantillonnage a été faite en intégrant les parcelles et *faidherbias* alors identifiés pour l'évaluation des interfaces arbre-sol-culture (cf. partie V).

1.2. LES ENQUETES DE WATINOMA

Les enquêtes ont intéressé les deux communautés résidentes du terroir, les agriculteurs moosés, et les éleveurs peuls.

1.2.1. Enquête diagnostic

En mai 1989, une enquête diagnostic fut réalisée à Watinoma, comme dans 20 autres villages de la région, par l'IRBET¹, dans le cadre du "Programme spécial CES-AGF² dans le Plateau Central" (IRBET, 1989).

Cette enquête, appliquée à un échantillonnage de 15 chefs d'exploitation (10 % des exploitants) a servi de pré-enquête à notre enquête agroforestière, les données socio-économiques de base acquises permettant d'apprécier la variabilité de l'échantillonnage, en complément aux données socio-agronomiques acquises par l'encadreur agricole du village.

1.2.2. Enquête agroforestière

Comme à Dossi, une enquête agroforestière a été réalisée auprès d'un échantillon de 50 agriculteurs représentatifs des parcs à faidherbia selon un questionnaire en grande partie similaire à celui de Dossi (cf. annexe 3). L'enquête a été menée sur deux saisons (1992-93 et 1993-94) constituant deux parties complémentaires : exploitation, caractéristiques culturelles, parcellaire, aménagement des sols et des arbres en début de saison agricole, d'une part, questions plus spécifiques sur les usages des arbres, l'élevage et l'aménagement de faidherbia en saison sèche, d'autre part.

1.2.3. Enquête de suivi agricole

En complément à l'enquête agroforestière, une enquête de suivi agricole a été faite à partir de la fin de la saison sèche 1993 sur 115 parcelles des deux sites étudiés rassemblant 85 exploitants des parcs de faidherbia. Comme à Dossi et sur la base du même questionnaire (cf. annexe 4), ce suivi avait pour objectif principal d'identifier la diversité et la succession des pratiques agricoles, suite à la préparation des sols au cours d'une saison que l'enquête agroforestière n'avait pu totalement appréhender. L'inventaire des ligneux a été couplé au suivi parcellaire et l'ensemble des données rassemblées a permis de justifier le choix des arbres et parcelles des essais d'interface.

¹Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale

²Conservation de l'Eau et du Sol-Agroforesterie

1.2.4. Enquête agrosylvopastorale

L'enquête agrosylvopastorale, soumise aux Peuls résidents de Watinoma, a été menée en deux temps auprès d'un échantillonnage de 20 éleveurs, soit plus d'un éleveur sur deux. On a enquêté en juillet 1993, en saison des pluies et en mars 1994, en pleine saison sèche, afin de s'assurer avec les interrogés, sur le terrain, de la fréquence et de l'importance des pratiques d'exploitation de *faidherbia*. Aussi, le questionnaire, donné en **annexe 5**, est-il constitué des deux parties suivantes :

- la première partie dans laquelle sont abordés les aspects caractérisant les unités d'exploitation, la place de l'élevage, son mode et ses contraintes, vis-à-vis de la gestion du parc à *faidherbia* et des relations avec les agriculteurs ;
- la seconde partie, élaborée sur la base des réponses obtenues de la première partie d'enquête et de discussions informelles avec les interrogés qui traite de l'importance fourragère et agronomique de *Faidherbia albida*, des techniques et du savoir des éleveurs en matière d'exploitation de l'espèce, constituant l'objet central de cette enquête.

CHAPITRE 2 : ORIGINE ET EVOLUTION DES PARCS A FAIDHERBIA

2.1. HISTORIQUE DES PARCS

La question relative à l'histoire des parcs à *Faidherbia albida* et à l'origine des arbres des champs des interrogés n'a pas donné toutes les informations attendues. Aucun exploitant ni même les plus vieux des deux villages n'ont pu fournir une interprétation de l'origine des faidherbias. Tous constatent simplement leur présence depuis leur enfance et au mieux assurent que leurs parents avaient fait le même constat à la génération précédente.

De fait, à Dossi, trois exploitants sur quatre ne doutent pas que leurs parents ou leurs ancêtres ont conservé les premiers faidherbias et construit le parc.

Pour les autres, les faidherbias font partie intégrante de parcelles qui leur ont été attribuées et dont ils conservent les arbres.

Mais, si 68 % de l'ensemble des exploitants disent avoir conservé des rejets ou de jeunes arbres, contribuant à renouveler et à pérenniser le parc, et cela depuis plus de 20 ans que la plupart d'entre eux cultive en parc, il n'empêche que le parc a, durant ce même temps, fortement régressé. En effet, 52 % des exploitants reconnaissent que le nombre de faidherbias de leurs propres parcelles a diminué contre 26 % qui relèvent une augmentation et 22 % pour lesquels l'effectif est resté stable. Si on interroge les exploitants sur l'évolution générale du parc, indépendamment de leur parcellaire, le taux de dégradation en élimination est encore plus important puisque 72 % ont enregistré une diminution de l'effectif contre 6% pour une augmentation alors que pour 22% aucun changement n'a été observé.

Pour beaucoup, la baisse des effectifs est liée au développement de la culture attelée mais aussi à "l'inconséquence" ou au "non-respect" des jeunes agriculteurs à l'égard des arbres notamment pour étendre leur concession. La foudre, le vent sont également mentionnés, touchant en particulier les arbres âgés qui sont de plus en plus nombreux.

Par ailleurs, selon les plus vieux exploitants de Dossi, le parc s'étendait autrefois au delà des champs en terrasses du versant ouest. Aujourd'hui, la partie haute des versants porte encore d'anciennes terrasses qui s'étendent à l'intérieur des collines. Ce sont donc les parties les moins accessibles du parc -notamment aux boeufs de labour- mais aussi celles demandant le plus d'entretien pour conserver les sols qui ont été abandonnées. La régression du parc trouve son origine dans le développement de la culture du coton sur champs de brousse laquelle a progressivement mobilisé l'ensemble des exploitants agricoles, aux dépens du parc à faidherbia. Cette évolution date, selon les exploitants, de 20 à 25 ans.

A Watinoma, la question sur l'origine du parc n'a pas été posée directement aux exploitants mais la réponse faite quant à l'origine de leur terre y répond en partie. La plupart des exploitants ont hérité de leur père une terre et les faidherbias qu'elle portait. Comme à Dossi, la majorité a conservé des rejets et a ainsi non seulement renouvelé l'effectif en faidherbias mais l'a aussi multiplié. Sur les terres de bas-fonds, les plus récemment mises en valeur et acquises généralement sous l'autorité du Chef de village, une large part du parc serait de création récente selon certains exploitants.

Le fait est confirmé par les enquêtes informelles menées sur le terroir par VIMBAMBA (1995) qui cite ce témoignage du Chef de village : "Lorsque je suis arrivé dans ce village, il y avait très peu de faidherbias ; les gens les coupaient. J'ai commencé à les épargner dans mes champs et les gens m'ont imité".

Le Chef de village, originaire de Tikaré, Chef-lieu d'arrondissement situé à quelques 20 km au nord de Watinoma, a été nommé dans ses fonctions voici près de 30 ans. selon le même auteur, le Chef de village a donc voulu reproduire le paysage de parc à faidherbia dominant de son lieu d'origine tout en étant bien évidemment convaincu des avantages offerts par l'arbre. Pour les paysans de cette époque, à Watinoma, l'élimination du faidherbia et notamment celle de sa régénération s'imposait en regard des dégâts faits par les oiseaux granivores aux cultures. Si l'espèce peut constituer un perchoir privilégié pour les oiseaux, cet inconvénient n'apparaît pas aujourd'hui suffisamment déterminant pour justifier l'élimination des arbres ou le non-renouvellement du parc.

L'extention récente du parc à faidherbia ou du moins sa relative densification trouve vraisemblablement sa justification dans la prise de conscience de la dégradation des sols et de la baisse de rendement des cultures de la communauté villageoise. L'autorité du Chef de village et le contexte incitatif des premières activités de Recherche-Développement dans ce domaine au cours des années 70 ont sans doute beaucoup contribué à cela et finalement à convaincre les exploitants de la nécessité de conserver des faidherbias pour l'amélioration de leurs sols.

Les Peuls d'ailleurs confirment que les agriculteurs ont multiplié l'effectif en faidherbias des parcs à l'échelle d'une génération : pour 95 % des interrogés le nombre de faidherbias a augmenté. Le parc s'est en particulier étendu en bordure des bas-fonds et jusqu'aux collines grâce aux efforts de préservation de la régénération de l'espèce par les agriculteurs. Les Peuls, eux-mêmes, ont conservé des pieds de *Faidherbia albida* dans leurs propres champs, en bordure des bas-fonds. Ils considèrent très logiquement avoir contribué à l'extension de l'espèce¹.

2.2. INTERPRETATION DES EVOLUTIONS ET TENDANCES ACTUELLES

Finalement, les parcs de Dossi et de Watinoma présentent des évolutions récentes opposées et sans doute des origines différentes.

Dossi apparaît comme un parc de création très ancienne, véritablement autochtone, qui représentait autrefois le principal système et lieu de cultures. Les informations concordent qui montrent qu'il s'agissait alors d'un espace intensément cultivé, aux sols soignement entretenus jusqu'aux plus hautes terrasses aujourd'hui abandonnées et couvertes par la jachère. Le nombre de faidherbias conservés a baissé et la régénération largement éliminée ou inapte à se développer sur les jachères de plus en plus longues ne suffit pas à renouveler le parc

¹Le petit parc à faidherbia construit par les Peuls aurait au plus une cinquantaine d'années, ce qui correspond à la sédentarisation des premières familles.

vieillissant. C'est du moins l'impression générale qui ressort à la fois de l'observation du parc et des commentaires faits par les exploitants les plus âgés. C'est également une tendance que nous avons pu mesurer par le suivi des régénérations et dont l'analyse est faite en partie IV de notre étude. L'évolution régressive du parc de Dossi est relativement récente. Elle a été engagée voici une génération avec le développement de la culture cotonnière². C'est le schéma bien connu de l'éclatement à la fois spatial et social du terroir, du passage d'une agriculture intensive et autarcique à une agriculture extensive, dévoreuse de brousse, de plus en plus monétarisée et dépendante d'intrants extérieurs.

L'interprétation de tels changements, faite par de multiples auteurs, et l'impact de ceux-ci sur l'homme, son environnement et sur la *faidherbia* ont été abordés aux chapitres précédents, nous n'y reviendrons pas. Mais on retiendra que c'est le parc de Dossi, initialement le plus étendu, le mieux aménagé, et sans doute le plus ancien, qui est aujourd'hui le plus menacé de disparaître ou d'être fortement marginalisé. L'intérêt pour la *faidherbia* est toujours très vivace, mais on voit mal comment l'espèce pourra à terme se maintenir sur des jachères de plus en plus longues et régulièrement mises à feu.

A l'inverse, à Watinoma, les parcs, dans leur faciès actuel, apparaissent comme des constructions relativement récentes. Du moins, apparaissent-elles comme des reconstructions car aucun indice ne permet de dater l'origine des parcs ni leur évolution précédant cette période d'extension que le Chef de village aurait initiée ou soutenue.

Nous savons cependant que l'occupation et l'aménagement du terroir de Watinoma par les Moosé³ se serait faite en deux vagues, interrompues par une épidémie de trypanosomiose, entre la fin du 19^{ème} siècle et le début du 20^{ème}.

La "brousse" -sans *faidherbia*- occupait voici 40 ou 50 ans selon les anciens du village, de vastes espaces. La végétation était encore dense dans les bas-fonds ; ouverts récemment à l'agriculture, les *faidherbias* s'y seraient multipliés. On peut ici faire l'hypothèse que l'espèce existait "naturellement" en bordure de bas-fonds, par référence aux témoignages des plus vieux Peuls qui parcouraient alors l'espace avec leurs troupeaux. Ceci confirmerait l'interprétation faite à l'échelle régionale par SAWADOGO (1987) de la diffusion de *Faidherbia albida* à partir du très dense réseau de bas-fonds du Bam.

Mais les nouveaux arrivants ont-ils hérité d'un parc ou d'un embryon de parc construit par les autochtones au niveau de l'emplacement actuel du village, à l'instar de l'interprétation avancée ailleurs en pays moaga ? (BONKOUNGOU, 1987). L'hypothèse est tout à fait recevable pour le cas de Watinoma, sans qu'en l'état actuel de nos connaissances, elle puisse être validée.

²SCHWARTZ (1993), rapporte qu'autrefois, en début de ce siècle, le coton était cultivé sous parcs à *faidherbia* à proximité des villages, toujours associé aux cultures vivrières (sorgho, maïs hâtif), ou en culture pluriannuelle sur des champs plus éloignés mais toujours sous couvert arboré. Le coton d'alors (*Gossypium arboreum*) n'était qu'une culture secondaire aux rendements limités (150 kg/ha sous parc à *faidherbia* et 50 kg/ha ailleurs).

³Descendants de Naba Zida, fondateur du royaume de Zitenga, d'après la tradition orale.

Elle n'est d'ailleurs pas contradictoire avec l'hypothèse précédente. Qu'il s'agisse des Moosé ou des autochtones ou successivement des deux communautés, il est vraisemblable que l'espèce a gagné du terrain à partir des bas-fonds. La "brousse" actuellement disparue au profit de l'agriculture a laissé la place à des parcs agroforestiers dont le paysage actuel montre que *Faidherbia albida* occupe la presque totalité de la toposéquence entre les bas-fonds et les hauts de versant.

Bien que le paysage discontinu des parcs à *faidherbia* de Watinoma laisse à l'observateur une médiocre impression quant à la gestion des arbres et à leur organisation structurale -ce que confirment les inventaires- on ne peut que reconnaître avec les exploitants eux-mêmes, à l'échelle des 20 à 30 dernières années, une dynamique favorable au développement des parcs à *faidherbia*. Par comparaison, le parc de Dossi présente en quelque sorte de très beaux "restes" mais dont le devenir paraît incertain.

Watinoma, dont la plupart des exploitants préféreraient, s'ils le pouvaient, substituer au *faidherbia* le karité, répond semble-t-il à la thèse de PELISSIER (1986) selon laquelle *Faidherbia albida* s'impose aux sociétés agraires dont la densité humaine rend difficile le maintien de la jachère. La réciproque peut être considérée à Dossi où le dessèchement du tissu agricole qui confinait jadis de très fortes densités a libéré les sociétés agraires des contraintes spatiales déterminant le caractère de pérennité d'un système dont *faidherbia* était alors la "cheville ouvrière".

2.3. CONCLUSION

Si l'origine des parcs à *faidherbia* de Dossi et de Watinoma ne peut être datée, il est par contre possible de préciser leur évolution au cours des deux à trois dernières générations et à partir de là faire des hypothèses sur la genèse et le développement des parcs.

Ainsi, le parc de Dossi, actuellement en régression, a dû connaître préalablement une phase d'extension et de consolidation à partir du village. Le parc, selon la tradition orale avait autrefois connu une première ébauche, à quelques km de son emplacement actuel, autour du premier foyer d'installation de la communauté⁴. Ce parc relique, aujourd'hui envahi par la jachère tout comme le parc fonctionnel centré sur le village de Dossi ont connu semble-t-il un développement centrifuge. En témoignent les plus gros et plus vieux *faidherbias* au coeur du parc de Dossi, formant une couronne autour des quartiers d'habitation. La régression actuelle se fait en sens inverse, de la périphérie du parc vers son centre. Elle est synchrone de l'extension des champs de brousse et en fin de compte d'un véritable déplacement du centre de gravité des activités agricoles du village, significativement aux dépens du parc à *faidherbia*.

⁴Dossi s'appelait autrefois N'Bombonou constituant alors le premier noyau d'habitat, à 2-3 km au sud de l'emplacement actuel du village. Dossi signifie que l'endroit est clair, par opposition au précédent site abandonné qui fut l'objet de graves litiges villageois.

Inversement, pour le cas de Watinoma, on peut considérer que le développement du parc à faidherbia s'est initialement fait selon un mouvement centripète, de l'extérieur vers le centre du village, quel qu'en fussent les fondateurs, nakomsés ou nionionsés.

Le parc après avoir été en régression voici une à deux générations connaît actuellement une extension et une densification qui s'étend progressivement à l'espace cultivé. Cette extension diffuse au sein des espaces intersticiels entre l'amont et l'aval de la toposéquence, ne résulte évidemment pas en un parc aussi dense et surtout aussi homogène que celui de Dossi. L'évolution est d'ailleurs trop récente pour supporter la comparaison. En outre, son aboutissement ne résultera vraisemblablement pas en un faciès comparable, au moins pour des raisons de nature socio-historique. En effet, la communauté des Moosé de Watinoma n'a pas de référence en matière de construction de parc à l'échelle de celui de Dossi ; elle marque sa préférence ou pour le moins réserve toujours une large place aux autres espèces ligneuses notamment fruitières. C'est ce qu'il ressort des enquêtes et de l'analyse faite aux chapitres suivants. C'est aussi la raison pour laquelle, à la différence de Dossi, nous pouvons faire l'hypothèse que le parc de Watinoma, est d'origine autochtone et constitue une appropriation moaga.

CHAPITRE 3 : LES EXPLOITANTS DES PARCS A *FAIDHERBIA ALBIDA*

Les résultats des pré-enquêtes et enquêtes agroforestières réalisées, d'une part, auprès des agriculteurs de Dossi et de Watinoma et, d'autre part, auprès des pasteurs peuls de Watinoma, font ressortir les caractéristiques sociales et économiques suivantes (cf. tableau 5, page suivante) :

3.1. UNE POPULATION AGEE ET MASCULINE

Tant à Dossi qu'à Watinoma, les différentes communautés exploitant les parcs sont âgées, l'âge moyen étant respectivement de 47 et 49 ans.

La distribution par classes d'âge montre un déficit pour les 30-40 ans, à Watinoma. Celui-ci correspond à l'effectif d'habitants résidant hors de Watinoma, révélé par l'enquête (3 à 4 personnes par exploitation, pour l'essentiel des hommes).

Les propriétaires ou allocataires des surfaces cultivées des parcs sont à près de 85 % des hommes. Ils le sont en qualité d'exploitants déclarés pour les terres qu'ils exploitent en majeure partie individuellement à Dossi et communautairement à Watinoma, associant les femmes et leurs enfants.

Plus de 50 % des exploitants à Watinoma et plus de 60 % à Dossi ayant au moins 50 ans, le facteur travail peut apparaître comme une contrainte. Ceci a pu être relevé auprès des exploitants de Dossi, au moins chez les plus âgés (22 % ont plus de 70 ans). Dans la mesure où le travail est fait manuellement, cette contrainte se traduit par une limitation de la surface à cultiver.

Elle est renforcée par le caractère individuel de l'exploitation des terres du parc à *faidherbia*, à la différence de Watinoma où le manque de terres et leur médiocre productivité conduit de nombreux jeunes à chercher du travail à l'extérieur¹. De fait l'âge moyen des exploitants des parcs à *faidherbia* est en partie relevé par ces départs.

3.2. DES COMMUNAUTES AUTOCHTONES STABLES ET HOMOGENES

Dossi et Watinoma sont des villages comptant très peu d'étrangers, de 5 à 10 % de la population. Sur les parcs à *Faidherbia albida*, sites de vieille installation, généralement associés aux premiers exploitants du terroir, les non-autochtones sont rares.

¹La recherche d'un travail à l'extérieur revêt généralement un caractère temporaire pouvant répondre à un besoin économique ponctuel (achat, dette). C'est le cas des jeunes gens qui au cours d'une saison des pluies font de l'orpaillage sur des sites qui attirent de plus en plus de main d'œuvre villageoise. Par ailleurs, les jeunes ont de moins en moins d'inclination pour l'agriculture, activité de plus en plus dépréciée en regard d'activités commerciales ou autres au profit immédiat.

Les Peuls qui à Dossi comme à Watinoma se sont sédentarisés voici deux à trois générations, résident en marge du parc , à Dossi, ou du terroir, en bordure des bas-fonds pour le cas de Watinoma où ils constituent les principaux étrangers de la communauté.

A Dossi, les quelques 4 % d'étrangers sont pour moitié constitués de dafings et de bobos et pour le reste de mossis, en forte augmentation. Ces derniers arrivés sont considérés comme de "vrais étrangers".

Sur chaque terroir dominant démographiquement les lignages et familles associées, de plus vieille installation à Dossi ou d'autorité établie à Watinoma ; s'agissant respectivement des :

- Kobié (32,8 %) et Lowa (16,4 %), qui occupent près de la moitié des terres du parc à *Faidherbia albida* devant les Boketonou (12,6 %), Moukien (8,4 %), Gnoumou (7 %), Kambi (6,5 %), Vandonou (6,4 %) et autres lignages bwabas (Dapaho, Didilo, Kohié : 5,3 %) ;

- Ouédraogo (39,4 %) et Sawadogo (15,9 %) aux liens de parenté très étroits devant le groupe des yarsés (Soré, Kouanda, Derra : 26,3 %) et celui des forgerons (Kinda, Gansonré, Yampa : 15,6 %) ;

- Tall (75 %) et Bandé (25 %), qui constituent le groupe ethnique peul de Watinoma dont plus de la moitié est née sur le terroir.

TABLEAU 5 : LES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA : CARACTERISTIQUES SOCIO-ECONOMIQUES

CARACTERISTIQUES	DOSSI ² Agriculteurs	WATINOMA	
		Agriculteurs moosés ³	Agropasteurs peuls ⁴
Age moyen (ans)	49	47	48
% d'hommes	84	88	95
% d'autochtones	96	90	
Nombre de lignages et familles alliées	12	10	2
Nombre d'habitants/exploitation	12 à 13	10 à 11	6
Nombre d'actifs (> 15 ans)	8	6	3,5
Nombre d'actifs familiaux hors exploitation	< 1	3 à 4	-
Mode d'exploitation des terres	45 % communautaire	87 % communautaire	-

²Résultats de la pré-enquête/inventaire faite auprès de 200 exploitants agricoles du parc et de l'enquête agroforestière faite auprès de 50 exploitants agricoles.

³Résultats de l'enquête agroforestière faite auprès de 50 exploitants agricoles des parcs.

⁴Résultats de l'enquête sylvopastorale faite auprès de 20 Peuls, résidents du village, et exploitants des parcs à *faidherbia* pour leur bétail.

3.3. L'EXPLOITATION AGRICOLE : STRUCTURE SOCIO-DEMOGRAPHIQUE, ACTIVITES ECONOMIQUES ET CONTRAINTES DE PRODUCTION

Les exploitants des parcs à faidherbia relèvent d'exploitations agricoles qui sont en tous points similaires à l'exploitation "moyenne", avec ou sans faidherbia, esquissée à grands traits dans la présentation des sites d'études (partie I).

Nous ne ferons donc que compléter les caractéristiques agro-économiques en mettant en relief les données susceptibles de caractériser le parc à faidherbia.

L'exploitation agricole est familiale et compte en moyenne 12 à 13 habitants à Dossi et 10 à 11 à Watinoma, compte non tenu des membres familiaux vivant hors exploitation, élevé à Watinoma (cf. **tableau 6**).

Chez les Peuls de Watinoma, l'exploitation compte deux fois moins d'habitants, la cellule familiale étant comprise dans un sens plus restreint. Mais, pour une famille sur trois, s'y ajoutent quelques enfants, neveux et "mendiants" initiés à l'éducation islamique.

Toutes les exploitations, même celles des Peuls ont pour première activité l'agriculture. Les activités secondaires et les sources de revenus sont assez variées d'une communauté à l'autre comme l'indique le **tableau 7**.

A Dossi comme à Watinoma, les hommes tirent l'essentiel de leurs revenus de la vente des cultures, du coton principalement. La part du coton est relativement plus importante à Dossi.

A Dossi, les secondes sources de revenus sont la vente de maïs et de tabac pour les hommes et celles de condiments et de porcs, pour les femmes.

Les activités secondaires sont à Dossi assez diversifiées. Ces activités, principalement artisanales (20 % des exploitants), vont de la vannerie (nattes, paniers) à la maçonnerie, en passant par l'élevage de volailles et de petits animaux (12 %) et l'apiculture (12 %). Mais au total, elles concernent moins d'un exploitant sur deux, à la différence de Watinoma où tous les agriculteurs exercent une activité secondaire, indispensable complément économique à une agriculture de subsistance.

A Watinoma, les femmes vendent des cultures vivrières et condimentaires mais aussi, pour 48 % d'entre elles, des produits artisanaux, des poteries et des tissages principalement.

TABEAU 6 : PRINCIPALES SOURCES DE REVENUS ET ACTIVITES SECONDAIRES DES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

EXPLOITANTS	PREMIERE SOURCE DE REVENUS (% EXPL.)	EXPLOITANTS EXERCANT UNE ACT. SEC. (%)	ACTIVITES SECONDAIRES		
			1ère	2ème	3ème
Agriculteurs de Dossi ⁵	H : coton (73) F : bière de sorgho (68)	44	Artisanat	Elevage	Apiculture
Agriculteurs de Watinoma ⁶	H : coton (56) F : arachide, céréales et condiments (50)	100	Artisanat	Elevage	Commerce
Eleveurs de Watinoma ⁷	H : animaux (95) F : lait (95)	100	Elevage	-	

H = Hommes
F = Femmes

Expl. = Exploitants
Act. sec. = Activité secondaire

TABEAU 7 : PRINCIPAUX PROBLEMES ET CONTRAINTES DES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

EXPLOITANTS	PROBLEMES ET CONTRAINTES	RANG 1 (% EXPL.)	RANG 2 (% EXPL.)	RANG 3 (% EXPL.)
Agriculteurs de Dossi ⁸	- Manque de boeufs de trait	36	14	2
	- Crédits à rembourser	12	4	2
	- Sécheresse	6	2	0
	- Autres problèmes	26	12	4
	- Sans problèmes	20	68	92
Agriculteurs de Watinoma ²	- Sécheresse ou excédent d'eau	32	30	24
	- Faible productivité des sols	22	20	12
	- Manque d'équipements agricoles	20	22	14
	- Manque de fourrage	14	8	24
	- Autres problèmes	12	20	26

⁵Résultats de l'enquête agroforestière auprès de 50 exploitants agricoles des parcs.

⁶Résultats de l'enquête agroforestière faite auprès de 85 exploitants agricoles des parcs.

⁷Résultats de l'enquête sylvopastorale faite auprès de 20 Peuls, résidents du village.

⁸Résultats de la pré-enquête/inventaire faite auprès de 200 exploitants agricoles du parc et de l'enquête agroforestière faite auprès de 50 exploitants agricoles.

Les activités secondaires sont pour la plupart des hommes et des femmes de Watinoma, l'artisanat. Les hommes sont surtout tisserands et, certains, forgerons. Le petit élevage est une activité annexe occasionnelle comme le commerce qui concerne 16 % des exploitants. Enfin, il faut mentionner un nombre grandissant d'agriculteurs qui font de l'orpaillage. Certains jeunes tendent à délaisser l'exploitation familiale pour cette activité peu rémunératrice mais qui crée de grandes attentes.

Pour ce qui concerne la nature des problèmes ou contraintes de l'exploitation exprimés par les interrogés, les différences sont importantes d'un terroir à l'autre. L'erratisme des pluies et la médiocrité des sols donnent à Watinoma les limites des systèmes de production, basés sur l'autosuffisance alimentaire.

L'homme y est profondément tributaire de son environnement. Le manque de pluies comme l'excès d'eau nuisent fréquemment aux cultures. Ainsi, en 1994, la pluviométrie exceptionnelle a ruiné d'importantes surfaces semées en bas-fonds. La contrainte fourragère qui préfigure ici la place accordée à *Faidherbia albida* et les autres problèmes qui comprennent le manque de terre et d'aliments, les maladies et les dégâts d'insectes et du bétail occasionnés aux cultures renforcent le caractère de précarité des systèmes de production de Watinoma. Mais face à la précarité économique et environnementale de leur situation et pour maintenir le minimum vital, les exploitants de Watinoma diversifient considérablement leurs activités. Dans ce contexte on comprend combien les arbres -notamment le *faidherbia*- peuvent contribuer à améliorer cette situation.

A Dossi, la préoccupation principale des exploitants est double : d'une part, mettre en valeur et étendre la surface cultivée par la mécanisation et, d'autre part, tirer suffisamment de revenus de leurs cultures afin de rembourser les intrants et équipements acquis à crédit. A défaut du coton, culture de rente par excellence, les exploitants endettés vendent du maïs. Ils le vendent dès la récolte faite, au plus bas prix et prennent alors le risque de ne plus être autosuffisants pour leur alimentation jusqu'à la prochaine saison. Finalement, les problèmes cités expriment pour partie la difficulté des exploitations à se développer dans une économie de rente, actuellement minée par un système de dépendance au crédit agricole qui pénalise les meilleurs agriculteurs, solidaires de la faillite des autres et ouvre la porte à beaucoup de déviations⁹.

⁹On ne peut en principe acquérir à crédit de l'engrais (NPK et urée) que si l'on justifie d'une culture de coton dont la récolte est donc engagée pour le remboursement du crédit. Une grande partie de cet engrais va en fait à d'autres cultures en particulier au maïs. Le coton peut être alors insuffisamment fumé... voire n'avoir jamais été semé et le crédit reste dû en fin de saison. Il sera récupéré sur la récolte globale du village. L'engrais est également acquis pour être revendu souvent à vil prix afin de procurer une petite trésorerie à l'exploitant en difficulté. L'argent, sera souvent utilisé pour des achats domestiques, ou encore dépensé en cérémonies coutumières.

3.4. CONCLUSION

Les parcs à faidherbia de Dossi et de Watinoma ont en commun d'être exploités par une population âgée, masculine mais stable et homogène par son origine ethnique et sociale.

A Dossi, la population des exploitants du parc à faidherbia est vieillissante en raison de la mobilisation des jeunes sur les champs de brousse. A Watinoma, elle l'est en raison de la défection d'une partie des jeunes qui ne peuvent avoir accès à la terre en dehors d'une exploitation familiale qui suffit à peine à nourrir ses membres. Tous les exploitants, même les Peuls, tirent de l'agriculture leurs principaux revenus mais dans le cas de Dossi, une grande part de ceux-ci vient des champs de brousse (coton), qui constituent aujourd'hui un système de culture plus étendu et de plus grande importance économique que le système du parc à faidherbia.

Cette spécialisation basée sur une culture de rente s'oppose à la diversification agricole centrée sur l'alimentaire à Watinoma, terroir aux ressources naturelles plus limitées et aux conditions environnementales plus contraignantes qu'à Dossi.

L'artisanat et l'élevage qui sont des activités secondaires pour la plupart des exploitants des parcs ont d'ailleurs une importance économique plus étendue à Watinoma. Les besoins, plus nombreux et plus fondamentaux, axés sur la nécessité de garantir une autosuffisance alimentaire donnent une dimension particulière aux rôles attendus de *Faidherbia albida*.

CHAPITRE 4 : STABILITE DU FONCIER, PRATIQUES CULTURALES ET DURABILITE DES SYSTEMES DE CULTURE SOUS PARCS A FAIDHERBIA

4.1. PERMANENCE DE L'EXPLOITATION ET MICROPARCELLAIRE

A Dossi comme à Watinoma, les parcs à *Faidherbia albida* sont cultivés de longue date par les interrogés, soit en moyenne plus de 20 ans. Cette durée d'exploitation correspond à un âge moyen élevé des agriculteurs, proche de 50 ans. La plupart d'entre eux précisent que leurs parents cultivaient autant qu'ils le font, sans discontinuité.

Cette stabilité de l'exploitation dans le temps est renforcée par celle dans l'espace du parcellaire : 86 % des parcelles à Watinoma et 84 % à Dossi n'ont pas changé de superficie depuis qu'elles sont exploitées.

Le microparcellaire est une autre caractéristique de cette exploitation sous parcs à faidherbia qui pour le cas de Dossi est à l'opposée de celle qui est faite en brousse sur des parcelles relativement grandes alternant mises en culture et longues jachères.

Bien que Watinoma n'ait plus de champs de brousse, on y observe comme à Dossi un gradient des superficies : celles-ci augmentent avec l'éloignement au village (cf. tableau 8, page suivante et cartes 15 et 16).

Les surfaces moyennes des parcelles correspondant aux différents types de champs sont respectivement de :

- 1 000 m² et parfois quelques ares pour les jardins de case attenants aux quartiers de Dossi. Presque tout exploitant du parc a une petite parcelle, en tabac, maïs ou légumes souvent protégée d'une palissade de bois ou de tiges de sorgho. C'est le "ka", régulièrement fumé et exploité en moyenne depuis 24 ans, généralement par les plus vieux exploitants du parc ;

- un quart d'hectare à moins de 2 000 m², en champs de case, à Dossi et à Watinoma. A Dossi, les champs de la périphérie, les plus éloignés, sont plus étendus mais aussi moins entretenus voire mis en jachère. Des parcelles y ont d'ailleurs été allouées à des Peuls et à des Moosé. Ces champs pourraient aujourd'hui être apparentés à des champs de village car leur mode d'exploitation et la discontinuité localement observée du parc à *Faidherbia albida* les dissocient de la culture continue pratiquée sous faidherbias en champs de case ("wa") ;

- près d'un demi-hectare à Watinoma pour les champs de village, sur bas de versant et bordures de bas-fond, à 2 à 3 km en aval des champs de case. Ces champs sont exploités en moyenne depuis 18 ans soit une durée plus brève qu'en haut de versant car la mise en valeur des bas-fonds, autrefois domaine exclusif de parcours du bétail peul, remonte au plus à 25-30 ans ;

- près de 5 hectares à Dossi, pour les champs de brousse dont la surface varie de quelques hectares à plus de 15. C'est le "ma". Les champs de brousse développés en parcs à karités ne portent pas de faidherbias. Ils sont itinérants et en conséquence exploités sur des durées limitées variant de 2-3 ans à 10 ans. Un point important est que 24 % des exploitants du parc n'ont pas de champs de brousse et n'exploitent, en définitive, que de très petites surfaces du parc à *Faidherbia albida*. Ceci est en grande partie dû au fait que les exploitants du parc sont âgés et n'ont plus la force nécessaire pour essarter la brousse et cultiver des champs à 15 km du village pour les plus éloignés, en limite de terroir. Aussi, pour les plus âgés, leurs enfants qui exploitent ces champs de brousse viennent les assister en saison pour le travail du sol et parfois la récolte de leurs champs de case.

TABEAU 8 : SURFACES CULTIVEES, PARCELLAIRE, TYPES DE CHAMPS ET DUREE DE MISE EN CULTURE DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

CARACTERISTIQUES PAR TYPE DE CHAMPS	DOSSI			WATINOMA		
	Nombre moyen de parcelles/ exploitation	Surface moyenne (ha)	Durée moyenne d' exploitation (ans)	Nombre moyen de parcelles/ exploitation	Surface moyenne (ha)	Durée moyenne d' exploitation (ans)
Jardins de case ⁽¹⁾	1	0,10	24	-	-	-
Champs de case ⁽²⁾	1 à 2	0,25	20	2 à 03	0,15	23
Champs de village ⁽³⁾	-	-	-	1 à 2	0,55	18
Champs de brousse ⁽⁴⁾	1 à 2	4,5	7	-	-	-
Ensemble parcellaire ⁽⁵⁾	3 à 4	5 à 6	-	3 à 4	1 à 2	-

(1) et (2) correspondent respectivement aux "ka", et "wa" des zones de culture sous parc à faidherbia à Dossi.

(3) Bas de versant et bas-fonds de Watinoma, ces derniers ayant été mis en valeur depuis une génération.

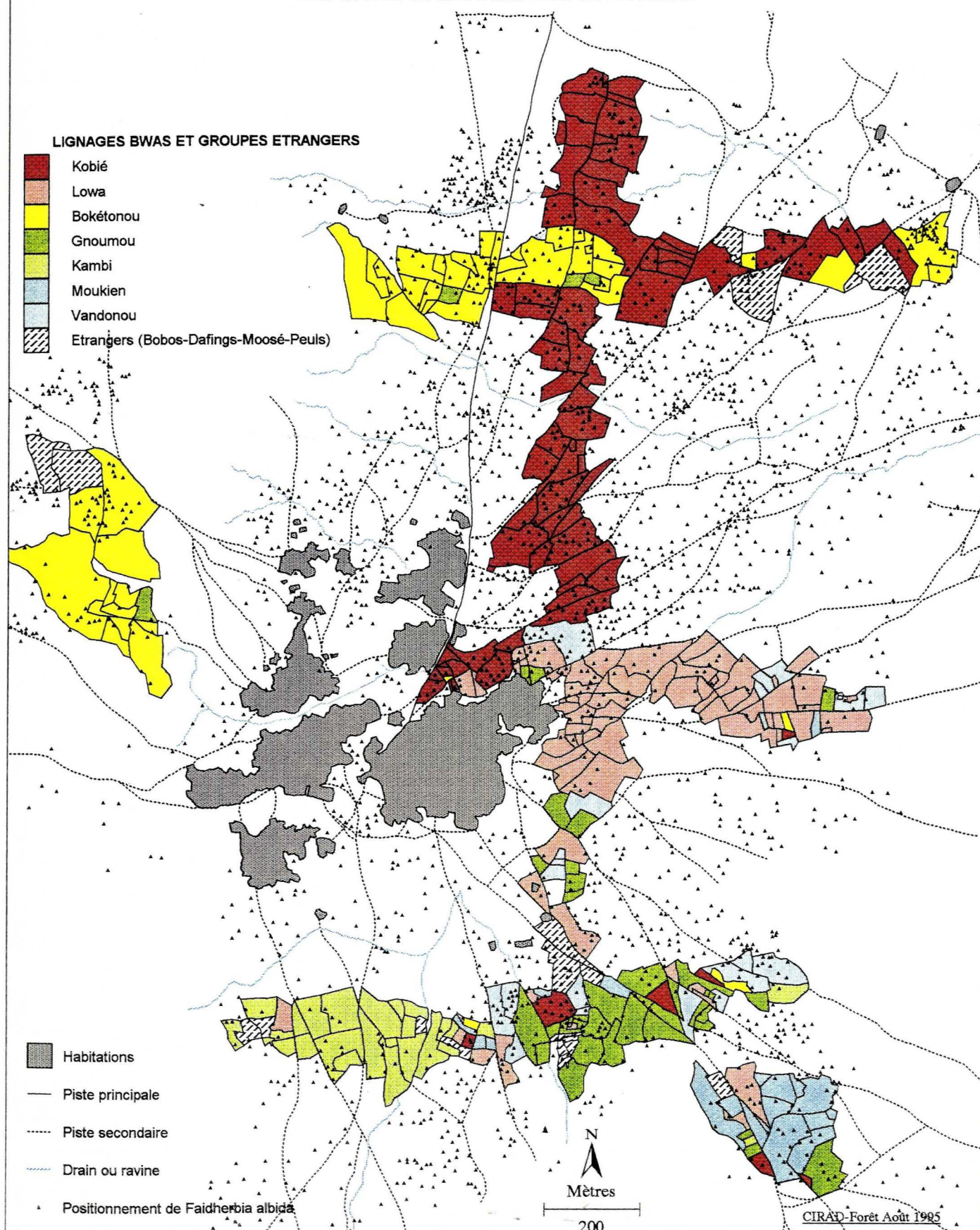
(4) Parcs à karité, à plusieurs km du village de Dossi correspondant au "ma" ; 24 % des interrogés du parc à faidherbia n'ont pas de champs de brousse.

(5) Hors jachères et champ abandonnés ou alloués à autrui.

Sources : Enquêtes agroforestières faites auprès de 50 exploitants agricoles à Dossi et de 50 exploitants agricoles à Watinoma.

CARTE 15

**LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
DISTRIBUTION DU FONCIER EN FONCTION
DES GROUPES LIGNAGERS ET ETRANGERS**



4.2. FONCIER ET MODES D'EXPLOITATION DES TERRES SOUS PARC A FAIDHERBIA

L'acquisition des terres est à Dossi essentiellement faite par transmission, de père en fils, voire du frère aîné à un autre frère ou du mari à sa femme sur parc à faidherbia.

En brousse, la terre qui ne manque pas, peut être acquise, au sein de chaque quartier de culture, par tout exploitant s'il n'en possède pas suffisamment ou veut se séparer de sa famille (cas de jeunes agriculteurs).

La distribution du foncier sur le parc à faidherbia de Dossi en fonction des 7 principaux groupes lignagers d'autochtones bwabas et du petit groupe d'étrangers intégrés au parc montre un découpage bien structuré de l'espace agricole (cf. **carte 15**). Celui-ci renvoie aux différents quartiers d'habitation du village et à l'histoire du village.

En effet, on observe que les terres proches du village sont occupées par les Lowa et les Kobié, lignages parmi les premiers arrivés à Dossi. Les sols y ont généralement de meilleure fertilité qu'ailleurs. A l'inverse, les plus petits lignages ou les derniers arrivés sont confinés à la périphérie du parc (cas des Moukien). La délimitation territoriale est donc bien établie mais au delà de ce cloisonnement il existe, ponctuellement, des échanges de parcelles qui relèvent des relations sociales entre familles ou de mariages.

Cependant, la distribution foncière des différents lignages qui prévaut jusqu'à maintenant, et leur importance démographique ont engendré un morcellement plus ou moins marqué du parcellaire. C'est le cas des terres des Lowa plutôt concentrées dans la partie centrale du parc (surface parcellaire moyenne : 1 800 m²). Inversement, les Moukien, ou encore les Bokétonou qui se sont installés ultérieurement mais sont moins nombreux que les premiers, ont des parcelles plus grandes (3 500 à 4 000 m²). Elles correspondent à des terres périphériques, dans l'ensemble moins fertiles et pour beaucoup mises en jachère.

En ce qui concerne les étrangers, leur position apparaît encore marginale tant par la modeste surface parcellaire qui leur est allouée que par la situation périphérique de celle-ci..

A Watinoma, en matière d'acquisition des terres, la situation est plus nuancée d'un site à l'autre. Les champs de case, de plus ancienne exploitation, se transmettent par héritage (63 %) ou par attribution d'un parent à un autre ou du mari à sa femme (19 %). Sur les champs de village des bas-fonds, de mise en valeur assez récente, la terre a été distribuée aux exploitants par le Chef du village (61 %). Mais déjà, 32 %, -les plus jeunes-, ont acquis cette terre, par héritage, de leur père.

Le foncier des parcs de Watinoma montre également une distribution compartimentée sur les parcs à faidherbia de hauts et de bas de versant (**carte 16**).

Centrés sur leurs quartiers d'habitation, les trois principaux groupes lignagers se succèdent de l'amont vers la partie la plus aval du site des hauts de versant. Les Ouédraogo qui dirigent la chefferie du village et sont également les plus nombreux ont plus de la moitié du parcellaire, distribué autour de la concession du Chef de village.

Les sols sur cette partie du site y sont moins superficiels qu'ailleurs.

Sur bas de versant et bas-fonds, site d'occupation plus récente, la répartition est mieux équilibrée entre les trois groupes. A travers les deux parcs du site, la mise en quartiers de culture est de règle avec cependant un peu plus de "mélange" parcellaire pour le parc 3, le plus septentrional. Au sud du site, sur le parc 4, les terres les plus profondes mais aussi les plus inondables se partagent entre deux familles, les Soré et, à nouveau, les Ouédraogo alors que les Kinda occupent principalement les bas du versant.

Le morcellement parcellaire varie également ici selon le lignage, son importance démographique et politique. Ainsi, les familles Ouédraogo et Sawadogo ont les plus petites surfaces parcellaires, moins de 1 000 m² pour les deux-tiers de leurs parcelles alors que les exploitants du groupe des forgerons, les moins nombreux, ont à l'inverse des parcelles pour les deux-tiers > 1 000 m².

Quant au mode d'exploitation des terres, on relève à Watinoma que 87 % des surfaces cultivées restent exploitées communautairement. Les récoltes vivrières font l'objet de redistributions au sein des unités familiales, généralement sous l'autorité, du plus âgé. S'il en va généralement de même sur ce dernier point à Dossi, une différence apparaît toutefois au niveau du mode d'exploitation des jardins et champs de case sous parc à *Faidherbia albida* : 55 % des champs sont exploités individuellement. Ce particularisme doit plus à la mobilisation de la main d'oeuvre familiale pour les champs de brousse qu'à un individualisme propre aux Bwas, individualisme qui n'avait certainement pas cette importance à une époque où la communauté vivait essentiellement sur le parc à *faidherbia*.

4.3. VARIATIONS ET TENDANCES ACTUELLES EN MATIERE DE FONCIER ET D'EXPLOITATION





Une analyse détaillée de la durée d'exploitation révèle qu'un exploitant sur deux du parc de Dossi n'a pas cultivé de façon continue ses champs, au cours des dix dernières années. L'apparition de jachères brèves (un an ou deux) et l'abandon de cultures par manque de main d'oeuvre pour les sarcler constituent un phénomène de plus en plus étendu qui affecte même le centre du parc. A l'inverse, à Watinoma où la pression démographique sur la terre est de plus en plus forte, l'exploitation est continue, intégrant même des surfaces marginales pour l'agriculture. Le nombre de parcelles cultivées depuis moins de dix ans ne représente ici que 23 % de l'effectif correspondant presque exclusivement à la mise en exploitation de terres par de jeunes agriculteurs (30 à 35 ans) qui ont succédé à leur père.

Aussi, à Watinoma plus qu'à Dossi, la part de l'effectif parcellaire cultivé depuis 30 ans et plus par un même exploitant est -elle plus importante : 35 % contre 25 % à Dossi.

Des différences ressortent également au niveau de la distribution du parcellaire selon l'âge des exploitants traduisant des évolutions foncières distinctes.



DISTRIBUTION DU FONCIER EN FONCTION DES GROUPES LIGNAGERS ET ALLIES

Site 1: Hauts de versant

-  Habitations
-  Mares temporaires
-  Chemin
-  Cours d'eau temporaires

LIGNAGES ET ALLIES



Nakomsés et Nioniosés

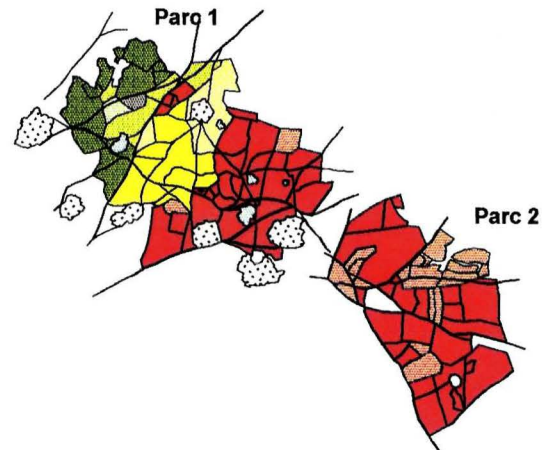
-  OUEDRAOGO
-  SAWADOGO

Yarsés et assimilés

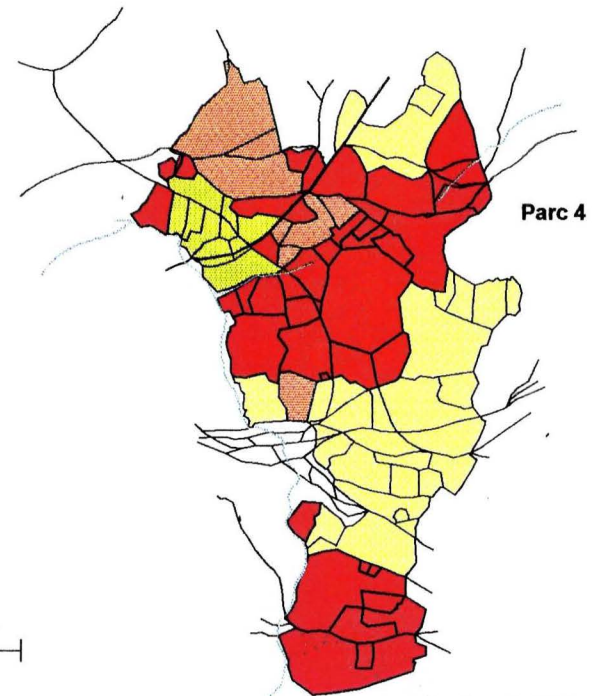
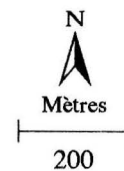
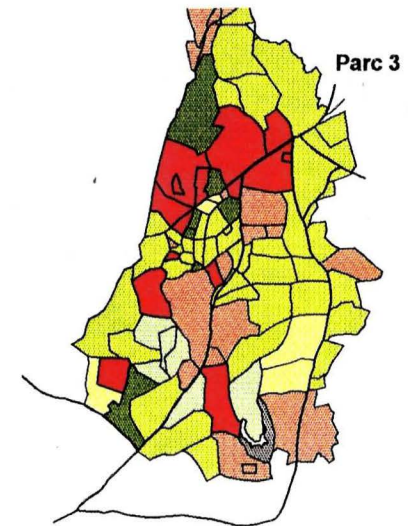
-  KOUANDA
-  SORE
-  TRAORE

Forgerons

-  GANSORE
-  KINDA
-  Parcelle inexploitable



Site 2: Bas de versant et Bas-fonds



CIRAD-Forêt Août 1995

A Watinoma, les exploitants les plus âgés (> 60 ans) ont des surfaces cultivées plus grandes que celles des plus jeunes (< 40 ans). Ces derniers disposent pour la plupart d'environ 1 000 m² sur hauts de versant et moins de 2 500 m² sur bas de versant et bas-fonds contre respectivement 4 000 m² et 7 500 m² pour les plus âgés.

La situation est beaucoup moins contrastée à Dossi où les exploitants les plus âgés ont des parcelles à peine plus grandes que celles des autres exploitants : en moyenne 3 000 m² contre 2 400 m² pour les 20-40 ans comme pour les 40-60 ans. A la différence de Watinoma, les plus petites parcelles (< 1 000 m²) qui pour la plupart ont moins de 10 ans d'exploitation continue par un même agriculteur ne sont pas nécessairement celles dont les plus jeunes doivent se contenter. Bien au contraire, il s'agit majoritairement de remises en culture par des exploitants souvent âgés ou encore de parcelles exploitées par les femmes. La plupart des champs exploités individuellement par les femmes leur ont été alloués depuis moins de 10 ans au cours d'une période où les champs de brousse se sont beaucoup étendus. Le dessèment parcellaire du parc à faidherbia induit par la focalisation de la main d'oeuvre masculine sur les champs de brousse s'est donc fait à l'avantage des femmes. Ces exploitantes sont d'ailleurs plus jeunes que les exploitants du parc (en moyenne 45 ans contre 52 ans). Bien qu'elles exploitent de plus petites parcelles que les hommes (1 100 m² contre 2 850 m², en moyenne), elles disposent pour elles-mêmes de 15 % du parcellaire soit 3 à 4 fois plus qu'à Watinoma.

A Watinoma, les parcelles des femmes sont également plus petites que celles des hommes (en moyenne 1 000 et 2 100 m² sur hauts et bas de versant contre 1 700 et 5 900 m²) mais les parcelles des hommes sont à près de 90 % exploités communautairement, avec l'assistance des femmes et des enfants.

Un autre repère de la pression foncière qui s'exerce différemment sur les parcs de Dossi et de Watinoma est l'évolution des surfaces cultivées qu'accompagnent des bouleversements sociaux déjà bien engagés.

A Watinoma, la surface moyenne cultivée par exploitant ne cesse de diminuer. Le parcellaire s'est fortement morcelé au rythme des partages familiaux ou des attributions faites à autrui. Les interrogés mentionnent tous qu'ils sont limités par leurs voisins et que les rares surfaces en augmentation sont le fait de réhabilitations par le paillage et la fumure de lopins de terre préalablement surexploités. Corrolairement, nous rappellerons ici l'importance de l'effectif villageois résidant hors de Watinoma s'agissant d'hommes de moins de 40 ans. La stabilité foncière, jadis caractéristique du parc, montre ici ses limites dans un espace saturé et surexploité.

A Dossi, la tendance est inverse : 12 % des parcelles cultivées ont augmenté en surface et un nombre important de jachères se sont multipliées (le double en l'espace de 20 ans). Parallèlement, 30 % des champs de brousse augmentaient leur surface dans de toutes autres proportions.

En raison de ce détournement massif des forces économiques et sociales au bénéfice d'une culture extensive du coton en brousse, de l'abandon de surfaces de plus en plus importantes sous parc à faidherbia et du vieillissement des exploitants du parc auxquels peu de jeunes succèdent, on peut se demander si le foncier ne sera pas à moyen terme totalement redistribué. C'est ce qui laissent prédire l'arrivée chaque année plus nombreuse de migrants moosés et les attributions de parcelles du parc qui leur sont faites. Les exemples ne manquent pas dans la région qui témoignent de cette évolution, à commencer par le village voisin de Bahoun aujourd'hui dominé par les migrants.

4.4. FERTILITE ET AMENAGEMENT DES SOLS : LA PLACE DE FAIDHERBIA ALBIDA

4.4.1. Diagnostic de la fertilité des sols

La fertilité des sols des parcs à faidherbia est considérée par la majorité des exploitants comme bonne ou satisfaisante. Des distinctions sont cependant faites, en particulier à Watinoma entre les sites des hauts de versants, sur sols ferrugineux tropicaux lessivés ou peu évolués et les sols colluvio-alluvionnaires des bas de versant et bas-fonds qui bénéficient d'un transfert de fertilité de l'amont vers l'aval. Les réponses faites par les interrogés montrent que:

- 39 % des parcelles sont jugées de médiocre à faible fertilité en haut de versant, contre ;

- 11 % en bas de versant et bordure de bas-fonds.

A Dossi, pour 80 % des interrogés, la fertilité des champs sous parc à faidherbia est considérée comme bonne, chiffre élevé, équivalant celui cité pour les champs de brousse.

4.4.2. Techniques de conservation de l'eau et du sol

Les techniques de conservation de l'eau et du sol et les pratiques de maintien de la fertilité du sol réalisées par les exploitants sur les deux parcs ont fait l'objet de questions différemment abordées à Dossi et à Watinoma (cf. tableau 9). Les réponses ne permettent pas toutes les comparaisons dans la mesure où selon le cas toutes les propositions n'ont pas été envisagées et n'ont pas fait l'objet de réponses ordonnées par rang d'importance. En particulier, *Faidherbia albida* n'a pas été considéré dans les réponses possibles à Dossi alors qu'implicitement l'espèce est conservée par les exploitants pour son rôle en matière d'amélioration du sol. Mais cette appréciation a pu être précisée ultérieurement par l'enquête à travers une série de questions spécifiques aux relations arbre-sol-cultures. Par ailleurs, les techniques citées ne signifient pas qu'elles soient régulièrement pratiquées. Ceci a pu être vérifié à Watinoma d'une saison à l'autre en particulier pour le travail du sol à la charrue et l'application de fumures.

On peut cependant ici retenir que la fumure, organique ou minérale est, sur tous les sites, donnée comme la première pratique de conservation du sol et de sa fertilité bien que nous ayons pu constater que les exploitants en usaient des qualités très variables et généralement insuffisantes d'une saison à l'autre. Elle est partout considérée comme plus efficace que la seule conservation de faidherbias même par les exploitants qui en ont le plus sur leurs champs.

A Watinoma, la conservation de faidherbias est citée par les deux tiers des exploitants. Cette pratique est citée en premier, devant la conservation au sol de résidus de cultures sur bas-fond (incluant la vaine pâture). Elle vient juste après le travail du sol à la charrue attelée sur hauts de versants où le grattage des sols à la houe n'améliore que très superficiellement leur aération et leur retention en eau.

Les associations culturales, plus que les rotations insuffisamment pratiquées, sont citées par 40 à 48 % des exploitants à Watinoma. On note enfin l'importance des cordons pierreux isohypses, récemment multipliés sur hauts de versant. Cette pratique simple et efficace de conservation de l'eau et du sol a été bien adoptée et continue d'être développée par les exploitants sur les hauts de versants et le plateau attenant.

A Dossi, sur parc à *Faidherbia albida*, hormis l'usage cité de la fumure qui dans la pratique affecte d'une saison à l'autre moins de 60 % du parcellaire, les autres pratiques de conservation de l'eau et du sol sont reléguées à des avantages mineurs au vu des réponses. 50 % des exploitants ne citent l'usage de terrasses, cordons de pierres et bourrelets de terre parfois végétalisés qu'en troisième rang. Les terrasses qui couvrent l'ensemble du versant ouest du parc et, au dessus du village, les espaces collinaires, constituent malgré tout un travail remarquable par son étendue. Mais leur entretien est souvent négligé, du moins localement où des fortes reprises d'érosion sont observables.

L'appréciation par les exploitants de Watinoma des facteurs contribuant à améliorer ou à limiter la fertilité des sols et le rendement des cultures par rang d'importance permet de relativiser l'importance des pratiques précédemment citées (cf. **tableau 10**) :

- la fumure ne garde son importance majeure que sur les hauts de versants où les sols ont naturellement une moindre aptitude agronomique -en particulier une moindre richesse chimique que les sols des bas-fonds ; cette limitation n'empêche pas certains exploitants de récupérer les bouses sèches des bovins pour être utilisées en combustible (cf. **photographie 27**) ;

- *Faidherbia albida* apparaît moyennement contribuer à l'amélioration de la fertilité des sols sur hauts de versants. Par contre, l'espèce est citée comme le premier facteur d'amélioration de la fertilité des sols des bas-fonds et des bas de versant. On peut interpréter cette différence par le fait que l'amendement des sols, y est très faiblement et irrégulièrement appliqué s'agissant principalement de fumure minérale. Finalement, fumure et faidherbias par le rang qu'ils occupent apparaissent complémentaires, par leur nature mais aussi parce que l'effet l'immédiat de l'un, -très inégalement appliqué- complète l'effet plus diffus mais permanent de l'autre. Au total, le cumul des réponses recoupe assez bien les citations faites des techniques de conservation et de maintien de la fertilité des sols (cf. **tableau 9**) ;

TABEAU 9 : TECHNIQUES DE CONSERVATION DES SOLS ET DE GESTION DE SA FERTILITE PRATIQUEES PAR LES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA (EN % DE CITATIONS, PAR RANG D'IMPORTANCE A DOSSI ET PAR REPONSES MULTIPLES A WATINOMA)

TECHNIQUES	DOSSI						WATINOMA	
	CHAMPS DE CASE (1)			CHAMPS DE BROUSSE (2)			CHAMPS DE CASE (1)	CHAMPS DE VILLAGE (2)
	RANG			RANG			% réponses	% réponses
	1	2	3	1	2	3		
- Fumier, ordures ménagères et NPK	88	56	0	92	3	0	88	80
- Cordons de pierres et bourrelets de terre	4	10	28	0	45	3	32	8
- Autres techniques	4	8	18	5	10	15	4	0
- Brulis résidus cultures et/ou de brousse	2	8	8	3	16	61	-	-
- Végétalisation de diguettes, lignes d'herbes	0	6	22	0	21	0	0	0
- Aucune	2	12	24	-	5	21	-	-
- Conservation de faidherbias	-	-	-	-	-	-	64	72
- Travail du sol à la charrue	-	-	-	-	-	-	76	48
- Conservation de résidus au sol/paillage	-	-	-	-	-	-	12	68
- Associations culturales/rotations	-	-	-	-	-	-	48	40

(1) Parc à *Faidherbia albida* ; (2) Parc à *Butyrospermum paradoxum* (karité)

TABEAU 10 : FACTEURS CONTRIBUANT A AMELIORER OU A LIMITER LA FERTILITE DES SOLS ET LE RENDEMENT DES CULTURES DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA (EN % DE CITATIONS, PAR RANG D'IMPORTANCE)

FACTEURS	PARCS DE HAUT DE VERSANT				PARCS DE BAS DE VERSANT			
	R1	R2	R3	Total cumulé	R1	R2	R3	Total cumulé
1. AMELIORATION								
-Fumure (fumier ou NPK)	64	28	8	100	24	40	4	68
-Travail du sol (charrue attelée)	24	44	12	80	8	44	28	80
- <i>Faidherbia albida</i>	8	16	24	48	44	4	12	60
- Autres ligneux	4	4	8	16	8	4	4	16
- Associations culturales et rotations	0	4	32	36	8	0	16	24
- Pas d'autres facteurs d'amélioration	0	4	16	18	8	8	36	52
2. CONTRAINTES								
- Sécheresse et inondations	56	36	8	100	64	24	4	92
- Divagation du bétail	8	24	32	64	16	20	24	60
- Attaques de vers, insectes et maladies	20	20	20	60	20	44	24	60
- Manque de fumure	8	8	8	24	0	4	8	12
- Autres contraintes	8	4	8	20	0	4	8	12
- Pas d'autres contraintes	0	8	24	32	0	4	32	36

Sources : Enquêtes agroforestières faites auprès de 50 exploitants agricoles à Dossi et de 50 exploitants agricoles à Watinoma.

- le rang des contraintes citées complète cette analyse qui fait ressortir à Watinoma l'importance du facteur climatique : sécheresse sur hauts de versants, inondations sur bas-fonds et sécheresse sur ses bordures ;

- les problèmes phytosanitaires et la divagation du bétail constituent des contraintes secondaires. La divagation du bétail est mieux contrôlée près des habitations qu'en aval sur bas-fonds où, en période de récolte, il est difficile de contenir les animaux des peuls.

4.4.3. Quantité, fréquence et distribution de la fumure

L'application de fumures organiques et minérales, qui a fait l'objet d'un suivi parcellaire de 3 ans à Dossi et 5 ans à Watinoma, montre que les quantités moyennes utilisées sont relativement élevées. Elles le sont, avec une assez grande régularité d'une saison à l'autre, à l'échelle d'un même site. Par contre, une forte disparité existe quant à la fréquence d'application et à la quantité appliquée d'une parcelle à l'autre ou encore sur une même parcelle d'une saison à l'autre. Cette disparité se traduit par de forts coefficients de variation (cf. tableau 11 ci-dessous).

TABEAU 11: AFFECTATION ET QUANTITES MOYENNES DE FUMURE ORGANIQUE ET MINERALE APPLIQUEES SUR LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

ANNEE	DOSSI				WATINOMA							
	% Parcelles fumées		Fumier ⁽¹⁾		Hauts de versant				Bas de versant et bas-fonds			
	FU + RM	NPK	t/ha	CV	% parcelles		Fumier ⁽²⁾		% parcelles		NPK ⁽³⁾	
					Nbr e	Ha	t/ha	CV	Nbr e	Ha	kg/ha	CV
1990	-	-	-	-	-	-	4,5	66	-	-	80	94
1991	-	-	-	-	-	-	4,3	74	-	-	77	99
1992	26	30	5,1	31	73	74	4,4	69	40	44	72	97
1993	23	34	4,2	56	71	80	4,2	62	39	28	73	97
1994	25	33	4,2	51	68	79	4,2	60	24	31	66	108

(1) Echantillon de Dossi = 20 parcelles prises à distance moyennes entre le village et la périphérie du parc ("wa")

(2) Echantillon de Watinoma, champs de case sur hauts de versant = 25 parcelles

(3) Echantillon de Watinoma, champs de village, sur bas de versant et bas-fond = 25 parcelles

FU + RM = Fumier et Résidus Ménagers

CV = Coefficient de variation (%)

NPK = Engrais "coton", les applications comprennent pour quelques rares cas de l'urée

Sources : Suivis agricoles faits auprès de 85 exploitants (110 parcelles) à Watinoma et de 100 exploitants à Dossi (100 parcelles)

A Dossi, selon l'année, 52 à 57 % des parcelles du parc à faidherbia sont fumées, s'agissant des parcelles de la zone du parc qui s'étend au delà de l'étroite ceinture des jardins de case ("ka") lesquels sont eux quasi-tous fumés à chaque saison.

Près de la moitié des parcelles fumées reçoit une fumure organique pure (fumier et compost). Plus du quart reçoit une fumure organique associée à une fumure minérale et le reste reçoit une fumure minérale pure. Le composé ternaire, NPK, est appliqué en quantité assez importante généralement lors du premier sarclage alors que l'urée l'est plus tard au buttage des cultures, en petite quantité.

L'estimation faite de la fumure minérale, uniquement évaluée pour 1993, donne une moyenne de 125 kg de NPK et d'urée à l'hectare soit une quantité proche de celles recommandées¹. Bien qu'il soit aussi recommandé par les services de vulgarisation d'enfouir les engrais minéraux au niveau racinaire des cultures, ceux-ci sont le plus souvent déposés au sol par manque de temps. Une partie est alors emportée par le ruissellement. Ce sont principalement le coton et le maïs qui bénéficient de cette fumure minérale. A l'inverse, les légumineuses, arachide, et pois de terre, n'en reçoivent que très rarement et ne bénéficient d'ailleurs guère de fumure organique.

La fumure organique est surtout issue de la litière des étables des boeufs de labour (fumier et pailles) et, en moindre quantité, des résidus ménagers dont les quantités n'ont pu être évaluées. Mais ces résidus sont principalement utilisés pour les jardins de case et les champs de case les plus proches des quartiers d'habitation.

Les quantités de fumier appliquées sont élevées, en moyenne de 4 à 5 tonnes à l'hectare, variant de 1,3 à 7,4 tonnes/ha d'une parcelle à l'autre. Mais les parcelles fumées ne le sont en moyenne que deux années sur trois ou trois sur quatre, en premier chef pour la culture du sorgho et du maïs. En définitive, une parcelle fumée reçoit une moyenne de 3 à 3,5 tonnes de fumier par hectare et par an. S'y ajoute une petite quantité de fumure minérale, généralement appliquée en année sans fumure organique (NPK et, plus rarement, de l'urée).





Watinoma a en commun avec Dossi d'avoir un niveau de fumure organique élevé en champs de case, en moyenne 4 à 4,5 tonnes/ha. Mais les quantités varient encore plus d'une parcelle à l'autre (de 0,4 tonne à 11,7 tonnes/ha). Sur une moyenne de trois saisons, 70 % des parcelles et 78 % des superficies des parcs de haut de versant sont fumées. La fumure minérale est rarement utilisée en champs de case (5 % des parcelles, avec de très faibles quantités destinées au maïs et au rare coton).

La fumure organique incorpore des résidus ménagers appliqués sur les parcelles attenantes aux habitations mais non évalués. Elle est principalement constituée de fumier d'âne, ou de bovins, voire d'ovins, mélangé à de la paille en fosse fumière.

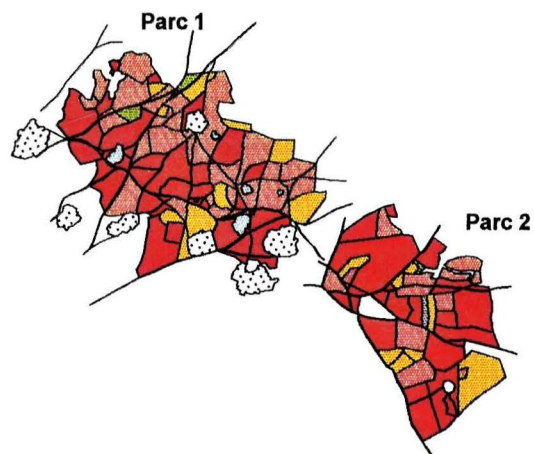
¹ Les doses recommandées à Dossi par l'encadreur agricole sont les suivantes, à l'hectare pour les principales cultures du parc :

- coton : 150 kg NPK + 50 kg d'urée
- sorgho ou maïs : 100 kg NPK + 50 kg d'urée
- arachide ou pois : 75 kg NPK






LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA
FREQUENCE DES APPLICATIONS DE FUMURE ORGANIQUE ET/OU MINERALE
AU COURS DE 3 SAISONS DE SUIVI PARCELLAIRE (1992-1994)

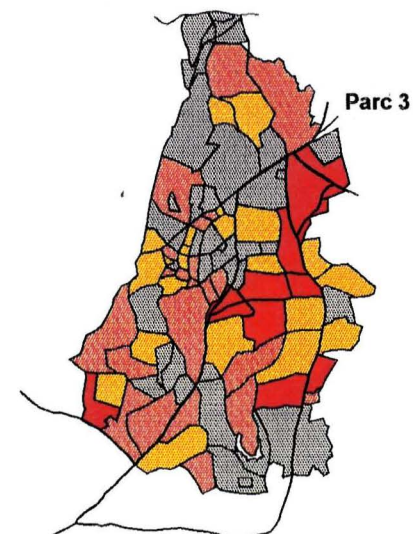
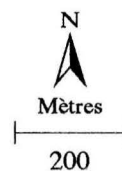
-  Habitations
-  Mares temporaires
-  Chemin
-  Cours d'eau temporaires

Site 1: Hauts de versant

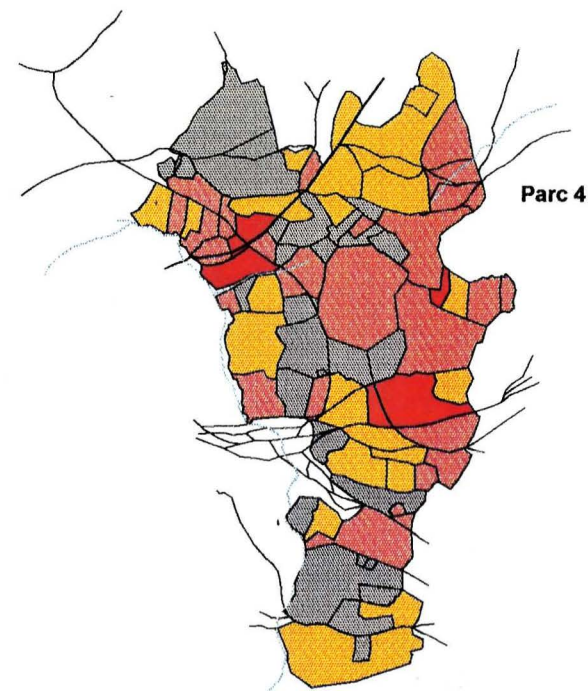


FREQUENCE DES APPLICATIONS

-  Aucune
-  1 an sur 3 cultivés
-  2 ans sur 3 cultivés
-  3 ans sur 3 cultivés
-  Parcelle inexploitable ou en jachère



Site 2: Bas de versant et bas-fonds



CIRAD-Forêt Août 1995

Bien que l'application de fumier soit sur ce site plus fréquente qu'à Dossi, faite tous les ans ou presque, les quantités varient sur une même parcelle d'une année sur l'autre, d'un facteur 2 à 4. Le fait résulte plus de la disponibilité en fumier de l'exploitant que de l'intérêt des successions culturales, pratique connue des exploitants mais rarement appliquée au cours des années de suivi parcellaire.

Sur les champs de village de Watinoma en bas de versant et bas-fonds, la fumure est à 95 % totalement minérale, à base d'engrais NPK et parfois d'urée. Les quantités sont médiocres, en moyenne 75 kg/ha. Elles varient beaucoup d'une parcelle à l'autre, allant de 10 à plus de 200 kg/ha, mais d'une saison à l'autre se sont presque toujours les mêmes parcelles qui bénéficient de cette fumure minérale.

En fin de compte, ce ne sont qu'un tiers des parcelles des bas-fonds et de leur bordures qui sont fumées. Les parcelles non fumées correspondent en partie aux sites les plus exposés à une inondation prolongée qui limite d'ailleurs la mise en culture. Ce sont des raisons avant tout économiques qui limitent l'usage de ces engrais.

La **carte 17** qui fait une synthèse des amendements appliqués au cours de trois années de suivi parcellaire à Watinoma montre bien cette différence entre les hauts de versant, bien fumés, et les bas de versant et bas-fonds, médiocrement fumés. Sur les hauts de versant, la tendance est à une fréquence plus élevée des amendements sur les parcelles qui jouxtent les habitations mais aussi à des quantités accrues par le dépôt des ordures ménagères.

A Dossi, on retrouve une distribution similaire des fréquences en fonction de l'éloignement au village (**cf. carte 18**). Les parcelles les plus régulièrement fumées sont au coeur du parc. Celles qui le sont le moins et les parcelles en jachère occupent la périphérie du parc. Elles correspondent en partie aux sols les plus superficiels, peu évolués d'érosion ou colluviaux, à l'ouest et ferrugineux tropicaux lessivés indurés, à l'est, qui bénéficient le moins de la fumure alors qu'ils en auraient le plus besoin.

4.4.4. Le travail du sol

Le travail du sol différencie les sites des parcs de Dossi et de Watinoma. Il apparaît comme un indicateur du niveau technique et économique des communautés d'agriculteurs.

A Watinoma sur hauts de versants, 55 % de la surface des parcs (et 60 % de l'effectif parcellaire) est travaillé manuellement, à la houe (daba). La houe est utilisée pour labourer superficiellement le sol, semer, sarcler et butter (**cf. photographies 29 et 30**). Sur les autres surfaces, les exploitants utilisent la charrue attelée à l'âne (23 %) ou attelée aux boeufs (18 %) pour un labour préparatoire du sol ouvert sur 10 à 15 cm de profondeur.

En bas-fonds, 88 % des surfaces sont travaillées manuellement, sans labour préparatoire. La charrue attelée est utilisée pour labourer, les sols moins lourds en limite des parcs, sur bas de versant.

A Dossi plus de 60 % des surfaces comme du nombre de parcelles du parc à *Faidherbia albida* sont labourées à la charrue attelée aux boeufs. Sont travaillées manuellement la plupart des petites parcelles des jardins de case.

Bien que la majorité des surfaces soient labourées, il existe une forte pression en début de saison pour l'utilisation des boeufs de labour qui sont prioritairement dévolus aux champs de brousse sur des surfaces 10 à 20 fois plus étendues.

Enfin, sur les deux terroirs, les femmes travaillent exclusivement à la houe, sur des parcelles généralement plus petites que la moyenne des parcelles cultivées.

4.5. CULTURES, ASSOCIATIONS ET SUCCESSIONS CULTURALES

Une identification précise des cultures sous parcs a été obtenue lors des inventaires parcellaires, réalisés en plein à Watinoma et sur transects à Dossi, pour lesquels un suivi agricole a été effectué trois années successives, en 1992, 1993 et 1994.

4.5.1 Distribution des cultures et associations culturelles

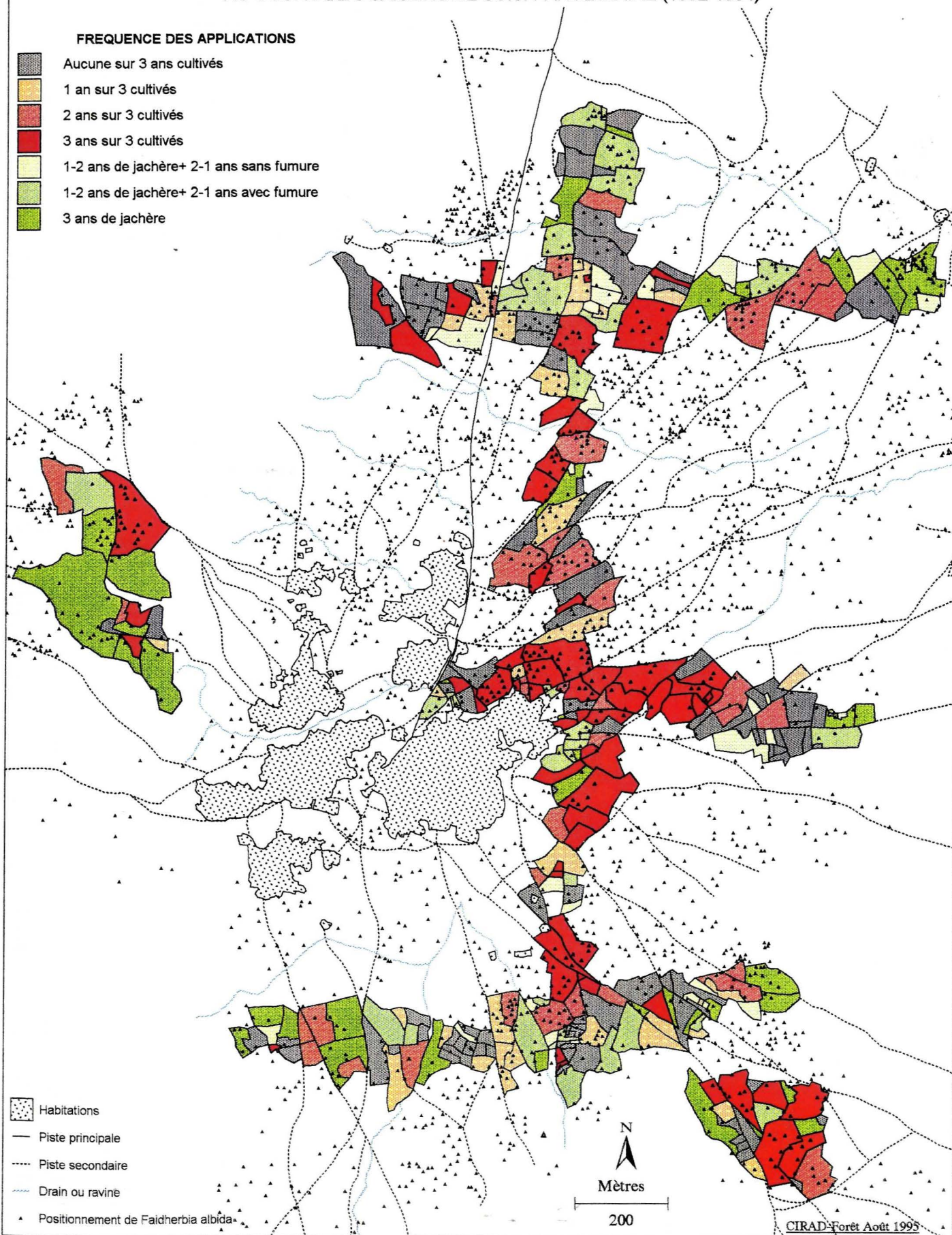
La distribution des cultures, en surface et en nombre de parcelles et leur succession, données dans les **tableaux 12 et 13** et illustrées par les cartes données en **annexes 6 et 7** fait ressortir les points suivants :

- Le nombre élevé et la diversité des associations culturelles à 2, 3 ou 4 cultures, et parfois 5 ou 6 quand s'y ajoutent des espèces condimentaires, est une caractéristique des parcs à *faidherbia*. Des nuances en fonction de la station et du site sont cependant observables :

- . le nombre et la complexité des associations augmente avec le caractère xérique du site. Les associations à base de céréales et de légumineuses et, dans une moindre mesure, de plusieurs céréales l'emportent (70 % des surfaces des parcs de hauts de versant à Watinoma) ;
- . inversement, à Watinoma, en bas-fonds, les associations sont moins nombreuses (12 contre 21), moins complexes (sorgho-niébé, principalement) et généralement dominées par des cultures pures (sorgho pur car le niébé et la plupart des cultures associables ont une extension limitée par la crue des bas-fonds) ;

CARTE 18

LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
FREQUENCE DES APPLICATIONS DE FUMURE ORGANIQUE ET/OU MINERALE
AU COURS DE 3 SAISONS DE SUIVI PARCELLAIRE (1992-1994)



TABEAU 12 : REPARTITION DES CULTURES DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DES HAUTS ET BAS DE VERSANT ET DES BAS-FONDS DE WATINOMA EN SURFACE ET NOMBRE DE PARCELLES POUR 1992, 1993 ET 1994

CULTURES PAR REGROUPEMENT	HAUTS DE VERSANT						BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS					
	PARCELLES (%)			SURFACE (%)			PARCELLES (%)			SURFACE (%)		
	92	93	94	92	93	94	92	93	94	92	93	94
1. CEREALES PURES	25	32	115	22	20,5	10,5	73	48	33,5	75	52	32
- sorgho (1)	19	18,5	9	13,5	7	4,5	70	44,5	29,5	73,5	51,5	30
- mil	1	2	0	1,5	2,5	-	-	0,5	-	-	€	-
- maïs (1)	6	11,5	2,5	7	11	6,5	-	0,5	0,5	0,5	€	0,5
- riz	-	-	-	-	-	-	3	2,5	3,5	1	0,5	2
2. CEREALES ASSOCIEES	21	15	17	31	20,5	25	1	1	0	0	1	0
- sorgho/mil	4	9	1	6	13	-	-	0,5	-	-	€	-
- sorgho/maïs	17	5	15	25	1,5	24,5	1	0,5	-	-	1	-
- sorgho/mil/maïs	-	1	1	-	6	0,5	-	-	-	-	-	-
3. LEGUMINEUSES PURES	1	2	1	€	1	1	0	0,5	0	0	€	0
- arachide	1	2	1	€	1	1	-	0,5	-	-	€	-
4. CEREALE/LEGUMINEUSES	44,5	45	57,5	37,5	47	53	22,5	38	55	22,5	38	55,5
- sorgho/niébé (1)	22	27	23,5	22	22	16,5	20,5	35	52	21,5	34,5	49,5
- mil/niébé et mil/sorgho/niébé	5,5	10	9	3,5	2	5,5	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5
- sorgho/niébé/arachide avec ou sans mil	12,5	2	14	8,5	16	15	-	-	2	0,5	-	2,5
- sorgho/maïs/arachide ou niébé	2	1	8	0,5	2	11,5	-	-	-	-	-	-
- maïs/arachide ou niébé ou sans mil	2	2	2	1,5	4	3	-	-	-	-	-	-
- sorgho/sésame/mil ou niébé	1	3	1	1,5	3,5	1,5	-	1	0,5	-	3	3
5. COTON PUR OU ASSOCIE	2	2	6	2,5	6,5	6	1,5	9	8	2	6,5	11
- coton	-	1	-	0	1	-	0,5	8	3	€	6	2
- coton/maïs ou sorgho et coton/maïs/arachide	2	1	6	2,5	5,5	6	1	1	5	2	0,5	9
6. LEGUMES, TUBERCULES ET TABAC	0,5	0	3	2	0	0,5	1	1	1	€	€	0,5
-aubergine/piment avec ou sans maïs	-	-	2	-	-	-	1	1	1	€	€	0,5
- tabac	0,5	-	1	€5	-	0,5	-	-	-	-	-	-
7. JACHERE	6	4	4	7,0	4,5	4	1	2,5	2,5	0,5	2,5	1

Source : Parcellaire des parcs 1 et 2 de hauts de versant soit 97 parcelles couvrant 15,5 ha et parcellaire des parcs 3 et 4 de bas de versant et bas-fonds soit 191 parcelles couvrant 105 ha.

(1) Incluant un très faible pourcentage d'associations avec *Hibiscus spp.*, semé à très lâche espacement, en interlignes ou en limite parcellaire.

TABEAU 13 : REPARTITION DES CULTURES DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI, EN SURFACE ET EN NOMBRE DE PARCELLES, POUR 1992, 1993 ET 1994

CULTURES PAR REGROUPEMENT	PARCELLES (%)			SURFACE (%)		
	92	93	94	92	93	94
1. CEREALES PURES(1)	38,5	36,0	35	43	44	36,5
- sorgho	19	19,5	21,0	22,5	25	18,5
- maïs	19,5	16,5	14	20,5	19	18
2. CEREALES ASSOCIEES(1)	10,5	11	13	15	16	14,5
- sorgho/ maïs	10,5	11	13	15	16	14,5
3. LEGUMINEUSES PURES OU ASSOCIEES	19	23	13	8,5	9,5	8
- arachide	16,0	14,5	6,5	6,5	6,5	4,5
- pois de terre	-	2	0,5	-	-	-
- arachide/ <i>Hibiscus spp</i>	0,5	0,5	4	}	}	}
- pois de terre/niébé/ <i>Hibiscus spp</i>	-	0,5	-	}2	}3	}3,5
- arachide/niébé ou pois de terre	2,5	5,5	2			
4. CEREALE (S) - LEGUMINEUSE (S), AVEC OU SANS HIBISCUS(2)	3,5	4,5	10,5	4	4,5	14,0
- sorgho/niébé ou arachide ou pois de terre	0,5	1,5	5	}	}	5,5
- maïs/niébé ou arachide	2,0	2	2	}4	}3	1,5
- sorgho/maïs/niébé ou arachide et sorgho/maïs	1,0	1,0	3,5			7,0
5. COTON PUR OU ASSOCIE	3	2	1	6,5	4,5	1,0
- coton	3	1,5	0,5	6,5	2,5	1,0
- coton/maïs ou sorgho et coton/maïs/sorgho	-	0,5	0,5	-	2,0	
6. LEGUMES, TUBERCULES ET TABAC	5	6,5	4,5	1,5	2,5	1,5
-aubergine ou gombo et/ou patate ou igname(3)	1	2	1,5	}	}	}
- tabac	4	4,5	3,0	}1,5	}2,5	}1,5
7. JACHERE	20,5	17	23	21,5	19	24,5

Source : Inventaire parcellaire sur transects (331 parcelles sur 86,5 ha, recoupements parcellaires exclus)

(1) Incluant un très faible pourcentage d'associations avec *Hibiscus spp*, en délimitation parcellaire.

(2) *Hibiscus spp.* = gombo (*H. esculentus*), oseille (*H. sabdariffa*) et dah (*H. cannabinus*), fréquemment associés en intercalaire et/ou en limite parcellaire.

(3) Associant parfois des lignes de maïs ou de sorgho.

à Dossi, les associations sont globalement aussi nombreuses qu'à Watinoma également plus variées sur versants. Elles laissent la place, au centre, à l'association dominante, maïs/sorgho, et aux cultures pures de sorgho et de maïs. Avec peu de discontinuités parcellaires, ces cultures couvrent de larges surfaces du parc et confèrent à l'ensemble une plus grande homogénéité qu'à Watinoma. Au total, sur trois années de suivi agricole du parc nous avons enregistré 25 associations culturelles pour 6 cultures pures.

- La dominance des céréales et tout particulièrement du sorgho, pur ou associé est le dénominateur commun des parcs à faidherbia :

- Le sorgho (*Sorghum bicolor*) couvre 90 % de la surface cultivée des parcs de bas-fonds de Watinoma, près de 80 % des hauts de versants et 55 % du parc de Dossi (cf. photographie 35).

Il occupe respectivement 65 %, 8 % et 28 % des surfaces en culture pure (moyenne 1992-1994).

Il est semé à un écartement de 60 à 80 cm par 40 cm sur la ligne à Watinoma, en densité sensiblement plus élevée sur hauts de versant que sur bas-fonds, soit 35 à 40 000 poquets/ha contre 30 à 35 000. Les exploitants conservent de 3 à 4 pieds par poquet après démarriage. Deux variétés distinctes de sorgho blanc y sont semées : l'une, à cycle long, de 150 jours sur bas-fonds et l'autre, à cycle court, de 120 jours, sur hauts de versant. La première est appelée "makinméné". L'autre couvre en fait deux variétés locales : "belko" et "beema".

A Dossi, le sorgho est semé à un écartement un peu plus lâche, de 70-80 cm par 40 à 50 cm sur la ligne (environ 30 000 poquets/ha) mais à raison de 4 à 6 pieds par poquet. Il s'agit essentiellement de sorgho rouge, très apprécié pour son usage principal, la bière. Les variétés semées, "gnofing", comme celle locale ont un cycle de 120 jours. Mais le sorgho blanc y est également cultivé par des exploitants bwaz et le petit groupe d'agriculteurs mossé du parc ;

- . Le maïs (*Zea mays*) est la seconde culture vivrière du parc de Dossi. Il est présent sur 45 % des surfaces cultivées en culture pure ou associée, principalement avec le sorgho (variétés "HP.8" et "S.R.22" de 75 et 110 jours). Il n'est présent que sur 30 % des surfaces en hauts de versant à Watinoma ; il est quasi-absent des bas-fonds et bas de versant. Ce sont respectivement les variétés "kamaraago", au cycle de 70 jours et "kamayanga", de 90 jours qui y sont semées. Le maïs est semé en pur, à 70 cm par 40 cm à Dossi (35 000 poquets/ha), à raison de 2 à 3 pieds par poquet. En culture associée avec le sorgho, ligne à ligne, les écartements sont souvent un peu plus lâches sur les lignes résultant en une densité de 25 000 à 30 000 poquets/ha. Les variétés à cycle court (90 à 100 jours) dominent à Watinoma alors qu'elles ont un cycle de développement plus long à Dossi.
- . Le mil (*Pennisetum typhoides*) concerne essentiellement les hauts de versants de Watinoma. Il y est plus souvent cultivé en association avec le sorgho ou le maïs que cultivé en pur (cf. **photographie 35**). Dans ce dernier cas, il l'est alors sur de très petites surfaces et sur les sols les plus médiocres. Les variétés locales, semées, "kazousablaga" et "kazoupelga" ont un cycle de 120 jours.
- . La faible étendue du coton (*Gossypium hirsutum*). Culture de rente dominante des champs de brousse de Dossi, le coton couvre seulement 5 % des surfaces cultivées sous parc à faidherbia. C'est une culture de médiocre venue à Watinoma même sur les bas-fonds où les surfaces couvrent 5 à 10 % du parcellaire. Le coton est fréquemment associé à des céréales qui sont récoltées un à deux mois avant lui ;

- . Les légumineuses pures occupent de très petites parcelles et en fin de compte de faibles superficies à Dossi. L'arachide (*Arachys hypogea*) y est semée à 35-40 cm par 40 cm (70 à 75 000 pieds par poquet à raison d'une graine par poquet des variétés "RMP 12" de 120 jours ou locale de 90 jours). Il en va de même du pois de terre (*Voandzeia subterranea*) parfois associé ligne à ligne à l'arachide. A Watinoma, les légumineuses sont généralement associées à des céréales. Le niébé (*Vigna unguiculata*) associé au sorgho, y occupe, à très large et variable espacement, une surface assez importante. Les productions sont en conséquence très faibles. deux variété de niébé sont semées : "benraaga" au cycle de 90 jours sur les hautes terres et "benyanga", au cycle de 120 jours en bordure de bas-fonds ;
- . Les légumes ne sont cultivés que sur de très petites parcelles tout comme le tabac à Dossi. Mais la très petite surface des parcelles en légumes et le fait que le tabac soit repiqué et cultivé comme une seconde culture en début de saison sèche ont vraisemblablement conduit à sous-estimer l'étendue de ces cultures. L'aubergine est le légume le plus cultivé. Elle est souvent associée à des piments, à des condiments (*Hibiscus* spp.) ou encore à du maïs. Ces parcelles occupent les surfaces attenantes aux habitations (le "ka" à Dossi). On les rencontre parfois délimitées sous le houppier d'un gros faidherbia. Mais il est également commun de faire des pépinières de légumes sous le houppier d'autres espèces et de repiquer les plants, ultérieurement, en plein champs. Les différents hibiscus, gombo (*H. esculentus*), oseille (*H. sabdariffa*) et dah (*H. cannabinus*) sont omniprésents sur les champs des femmes mais on les trouve ailleurs sur les champs exploités communautairement. Les semis sont toujours très clairsemés, réalisés en interlignes et souvent en limite de parcelle (cas le plus fréquent à Dossi).
- . A seule fin de les mentionner, le riz, en bas-fond, les tubercules (igname et patate douce à Dosi) et le sésame, sur les parcs des deux terroirs, sont des cultures marginales.

4.5.2. Jachères

Les jachères occupent d'une année à l'autre une faible à très faible superficie : de 1 % à 5 % de la superficie cartographiée sur parc à Watinoma et plus de 20 % à Dossi. Ces chiffres expriment clairement la différence de pression qui s'exerce sur les terroirs. A Watinoma les jachères peuvent être considérées comme quasi-inexistantes car les surfaces non cultivées des parcs sont des parcelles ruinées par la surexploitation et l'érosion. A Dossi, s'il apparaît logique d'observer le plus grand nombre de jachères sur les marges du parc à *Faidherbia albida*, il est toutefois remarquable de compter un nombre élevé de jachères dans la partie centrale du parc sur des sols d'aptitude agronomique élevée (cf. photographie 1).

En fait, ces jachères d'une ou deux saisons correspondent souvent à des cultures abandonnées en début de saison, par manque de temps pour le désherbage, ou encore à des parcelles dont le labour préparatoire n'a pu être réalisé en raison de l'immobilisation de la main d'oeuvre familiale des boeufs de trait pour les champs de brousse.

La jachère, presque toujours herbeuse, n'est pour ainsi dire presque jamais conçue pour restaurer la fertilité des sols. Même lorsqu'elle devient ligneuse, elle témoigne rarement d'une telle stratégie.

4.5.3 Successions culturales

En matière d'assolement ou plus exactement de successions culturales car l'assolement préconisé par les services agricoles est très irrégulièrement appliqué, voire ignoré, la synthèse des trois années de suivi agricoles effectués sur les parcs de Dossi et de Watinoma est illustrée par les cartes 19 et 20 :

- à Dossi, les types de cultures ou d'associations culturales se répètent à l'identique d'une saison à l'autre sur plus de la moitié du parcellaire : céréale sur céréale ou légumineuse sur légumineuse ou encore succession de céréale-légumineuse sur respectivement 40, 10 et 5 % du parcellaire cultivé. Toutefois et notamment pour les céréales, l'assolement peut incorporer d'une saison à l'autre des cultures qui n'ont pas la même réponse à la fumure comme c'est le cas pour le sorgho succédant au maïs.

La distribution spatiale des successions fait ressortir la permanence de la culture céréalière au centre du parc sur les sols bruns eutrophes naturellement les plus fertiles et les plus fumés. Cette céréaliculture continue s'étend au sud du parc jusque sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés. Par contre, sur la moitié nord du parc aux sols à caractère vertique, la plupart des successions incorporent une à deux années de coton (6 % des successions culturales).

Enfin, cette distribution révèle l'importance des jachères de 2 ou 3 ans sur la périphérie du parc.

- à l'inverse, à Watinoma, sur la majorité du parcellaire des hauts de versants, les successions incorporent des cultures en de multiples associations, souvent complexes. C'est le cas des associations céréale (s)-légumineuse (s) qui d'une saison à l'autre peuvent incorporer une ou deux cultures supplémentaires ou alterner avec celles-ci.

La culture continue de céréales pures n'affecte que 20 % du parcellaire. Quant aux successions de légumineuses (arachide), elles dépassent rarement un cycle de deux ans. Celles qui intègrent du coton peuvent être considérées comme marginales sur ce site xérique qui n'autorise pas de bons rendements.

La situation est moins complexe et plus départagée sur les bas de versant et bas-fonds où la culture continue du sorgho (22 % des successions) est essentiellement cantonnée aux zones inondables du site. Plus en amont, on retrouve l'association céréale-légumineuse

(sorgho-niébé) qui se succède à elle-même généralement sur deux ans en incorporant la troisième année une céréale pure, généralement le sorgho (28 % du parcellaire) ou encore la succession de deux ans de sorgho suivie d'une troisième année sorgho-niébé (17 % des cas).

Quant aux successions incorporant du coton, au plus 1 an ou 2 sur 3 comme à Dossi, elles représentent 16 % du parcellaire principalement sur la bordure du bas-fonds.

4.6. LE CALENDRIER AGRICOLE

Que la saison soit bonne ou mauvaise, les activités se déroulent toujours selon les mêmes séquences et avec assez peu de différence d'un terroir à l'autre. Les **figures 3 et 4** représentent le calendrier des activités agricoles pour la saison 1993, qui a fait l'objet d'un suivi décadaire (cf. fiche de suivi en **annexe 4**).

4.6.1. A Dossi

Les activités agricoles, de la préparation du sol à la récolte des cultures et des résidus s'étalent sur 6 à 7 mois à Dossi, de la fin de la saison sèche au début de la saison sèche suivante.

La première partie de cette période est consacrée en fin de saison sèche à nettoyer les champs et en particulier à couper les rejets d'arbustes et d'arbres : la plupart des rejets de *Faidherbia albida* sont alors éliminés et un second rabattage sera réalisé, si nécessaire, au cours de la saison des pluies. C'est la presque totalité des exploitants qui procède ainsi.

Résidus et rejets sont brûlés en tas et les cendres épandues sur la parcelle. Le brulis est parfois réalisé au pied des arbres âgés ou indésirables qui sont ainsi éliminés (cf. **photographie 12**). La restauration ou consolidation des cordons pierreux et terrasses se fait lors des premières pluies au vu des traces d'érosion qui risquent d'emporter les semis. On observe que les alignements de pierres intègrent par endroits les longues racines superficielles de *Faidherbia albida*. Mais la tendance est au manque d'entretien des terrasses, entretien qui mobilise aujourd'hui assez peu d'exploitants car les champs terrassés des parties hautes des versant sont en cours d'abandon.

Le labour qui suit l'épandage de la fumure organique est souvent fait avec retard tout comme les semis car les forces de travail, humaine et animale, font défaut, servant en priorité les champs de brousse.

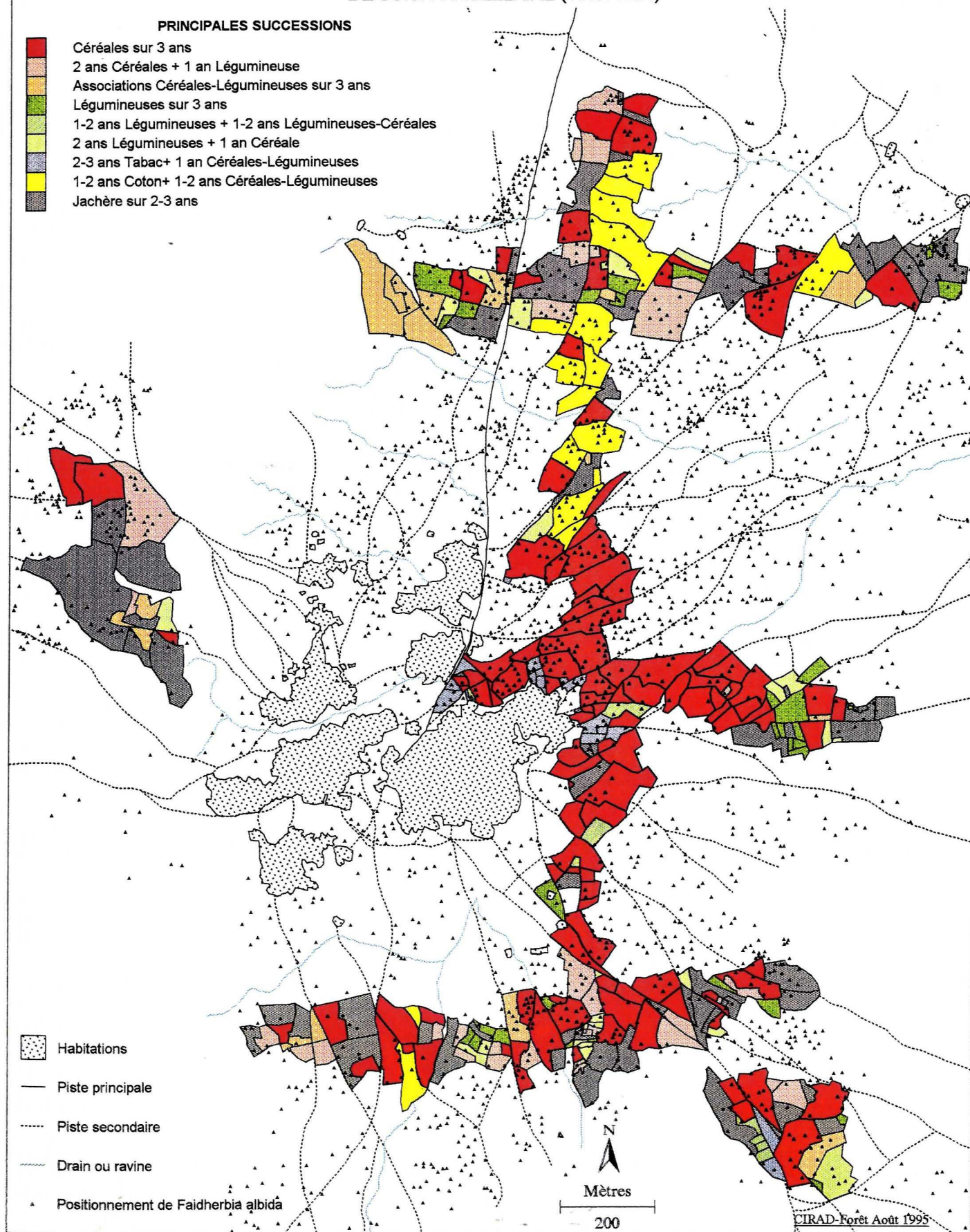
Les premiers semis, début mai, sont ceux des légumes, aubergines en particulier. Réalisés en pépinière sur de très petites superficies souvent au pied d'un arbre, ils bénéficient d'un arrosage d'appoint si nécessaire. Les jeunes plants sont repiqués 10 à 15 jours plus tard. Ils peuvent l'être sous un *faidherbia*.

CARTE 19

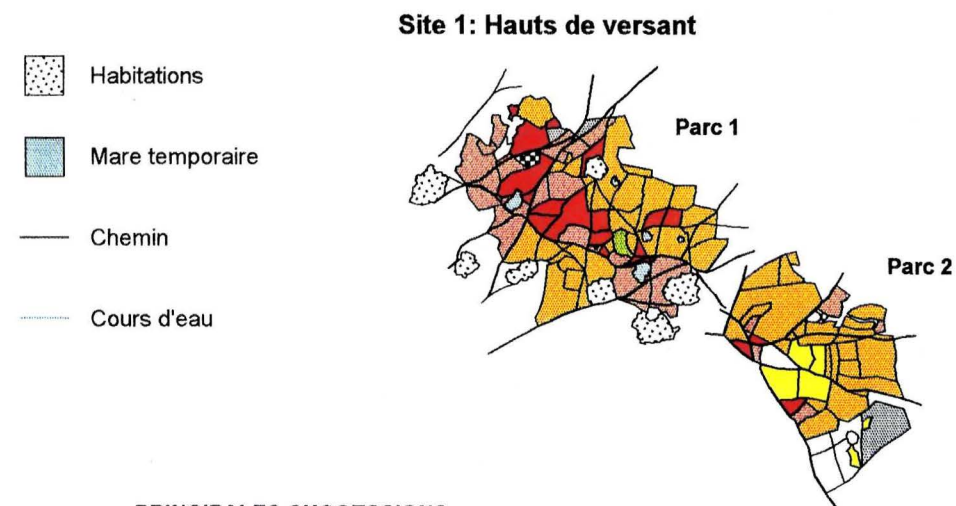
**LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
SUCCESSIONS CULTURALES AU COURS DE 3 SAISONS
DE SUIVI PARCELLAIRE (1992-1994)**





PRINCIPALES SUCCESSIONS

- Céréales sur 3 ans
- 2 ans Céréales + 1 an Légumineuse
- Associations Céréales-Légumineuses sur 3 ans
- Légumineuses sur 3 ans
- 1-2 ans Légumineuses + 1-2 ans Légumineuses-Céréales
- 2 ans Légumineuses + 1 an Céréale
- 2-3 ans Tabac + 1 an Céréales-Légumineuses
- 1-2 ans Coton + 1-2 ans Céréales-Légumineuses
- Jachère sur 2-3 ans










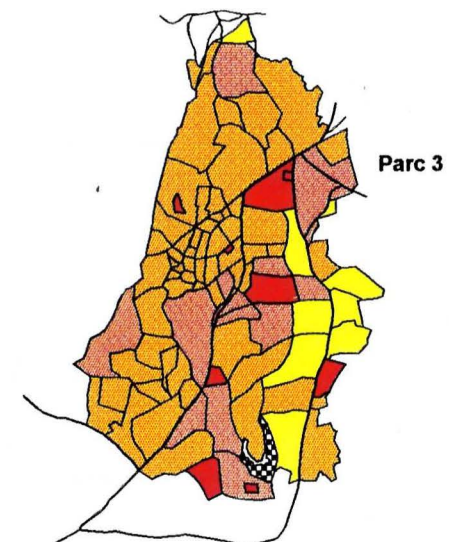
LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA
SUCCESSIONS CULTURALES
AU COURS DE 3 SAISONS DE SUIVI PARCELLAIRE (1992-1994)



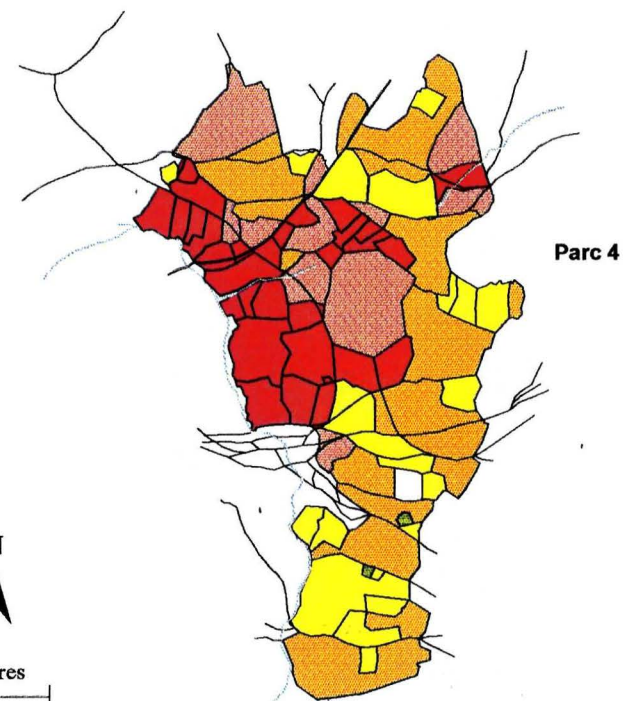
-  Habitations
-  Mare temporaire
-  Chemin
-  Cours d'eau

PRINCIPALES SUCCESSIONS

-  Céréales sur 3 ans
-  Céréales 2 ans + 1 an Légumineuses
-  Association Céréales-Légumineuses sur 2-3 ans
-  1-2 ans Coton + 1-2 ans Céréales-Légumineuse
-  Légumineuses sur 3 ans
-  Jachère de 2-3 ans
-  Parcelles inexploitables



Site 2: Bas de versant et bas-fonds



CIRAD-Forêt Août 1995

Le maïs est semé entre début juin et fin juillet selon les variétés, précoces ou tardives. Le sorgho, souvent associé au maïs, est semé dans le même temps. Un resemis est parfois nécessaire si le semis initial, n'a pas résisté à la sécheresse prolongée qui parfois succède aux premières pluies. En 1993, 12 % des surfaces en maïs ou sorgho ont été totalement ou en partie resemées.

Le tabac est la dernière culture semée, fin juillet ou début août, quand celles vivrières ont déjà bien démarré.

La fumure minérale est appliquée lors du premier sarclage (NPK) et du buttage entre juillet et août (urée). Un second sarclage n'est appliqué que pour les légumineuses comme l'arachide qui est rarement butée. Courant août, les premières aubergines sont récoltées. Les premiers maïs viendront le mois suivant.

Septembre est un mois transitoire, d'activité réduite, précédant celle finale des principales récoltes qui s'étalent de début octobre à mi-novembre. Le maïs est généralement récolté une à deux semaines avant le sorgho. Les résidus sont très peu de temps après collectés pour être stockés en fourrages, servir à des fins artisanales.

En saison sèche, le parc n'intéresse plus que les animaux et leurs bouviers qui sont généralement les enfants des exploitants (cf. **photographie 37**). Toutefois, le peu de coton que contient le parc reste à récolter, en décembre et parfois en janvier. L'émondage des faidherbias, et, éventuellement d'autres espèces exploitées pour le fourrage ou le bois, va de décembre à fin février, mois qui correspondent à la période de fructification. En fin de saison sèche, de mars à mi-avril, les activités sur parc sont ralenties avant que ne redémarre une nouvelle saison.

L'ensemble des activités agricoles et donc le rythme des saisons est marqué de fêtes coutumières très vivaces².

4.6.2. A Watinoma

La campagne agricole est à Watinoma à peine plus courte qu'à Dossi du fait de la mise en culture des bas-fonds qui démarre plus tôt et s'achève plus tard que sur les hauts de versants. Le décalage entre les deux sites est d'un mois à un mois et demi. Mais il peut beaucoup varier d'une saison à l'autre au gré de la pluviométrie. Très fréquemment, une abondante saison des pluies profitera au bon développement des cultures de hauts de versant mais nuira à celles des bas fonds, les noyant en partie. Inversement, ces derniers, en cas de déficit pluviométrique garantiront presque toujours un niveau élevé de production quand celle des hauts de versants sera à son plus bas niveau.

Le déroulement des activités est sur les deux sites tout à fait similaire bien qu'elles concernent dans des proportions différentes les exploitants et leurs champs.

²Se succèdent, entre autres, des danses traditionnelles telle que "labaroyo", en octobre, lors des récoltes et des danses de masques en feuilles ou fibres, en fin de saison sèche, avant les semis.

FIGURE 3: CALENDRIER AGRICOLE DES EXPLOITANTS DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI



ACTIVITES	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
EMONDAGE DES FAIDHERBIAS												
COUPE DES REJETS ET BUISSONS												
BRULIS DES RESIDUS												
ENTRETIEN TERRASSES OU CORDONS DE PIERRE												
EPANDAGE DE FUMIER (F) OU NPK (N)					F	F	F	N	N			
LABOUR MANUEL OU A LA CHARRUE												
SEMIS ET RESEMIS												
SARCLAGES: PREMIER ET SECOND												
BUTTAGE												
RECOLTE	COTON											
COLLECTE DES RESIDUS												

NOTE: CALENDRIER ETABLI SUR LA SAISON 1993 AU COURS DE LAQUELLE LA PREMIERE PLUIE >20 MM, TARDIVE, EST TOMBEE LE 23 JUIN

FIGURE 4: CALENDRIER AGRICOLE DES EXPLOITANTS DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA

ACTIVITES	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
EMONDAGE DES FAIDHERBIAS												
COUPE DES REJETS, BUISSONS, BRANCHES												
BRULIS DES RESIDUS												
ENTRETIEN CORDONS PIERRES OU TERRE												
EPANDAGE DE FUMIER OU NPK												
LABOUR MANUEL OU A LA CHARRUE												
SEMIS ET RESEMIS												
DEMARRIAGE												
SARCLAGES: PREMIER SECOND ET TROISIEME												
BUTTAGE												
RECOLTE	COTON											
COLLECTE DES RESIDUS												

NOTE: CALENDRIER ETABLI SUR LA SAISON 1993 AU COURS DE LAQUELLE LA PREMIERE PLUIE UTILE >20 MM EST TOMBEE LE 2 JUIN (37 MM) ET A DECLENCHE LA MISE EN CULTURE DES BAS-FONDS

HAUTS DE VERSANT: 
BAS DE VERSANT
ET BAS-FONDS: 

Ainsi, dans la phase de nettoyage et de préparation du sol, les champs de bas-fonds et de bas de versant mobilisent plus d'énergie qu'en hauts de versant pour rabattre les rejets et buissons (36 % des parcelles) et couper les branches des grands arbres afin de réduire les effets de concurrence sur les cultures (un quart des parcelles). De nombreux pieds de *Piliostigma reticulatum* et localement, de *Ziziphus mauritiana* y sont recépés alors que les houppiers des plus larges *Lannea microcarpa*, *Ficus gnaphalocarpa* et *Piliostigma reticulatum* sont réduits et le seront à nouveau, au cours de la saison, si nécessaire.

Sur les hauts de versants, ce sont essentiellement les arbustes tels que *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis* qui sont rabattus.

Les rameaux épineux issus de l'émondage de *Faidherbia albida* et les résidus de culture qui jonchent le sol sont mis en tas avec les rejets et les branches coupées. Le tout est brûlé avant les premières pluies.

En fin de saison sèche, certains exploitants réalignent ou consolident les cordons pierreux des hauts de versant. Mais la plupart attendront que le sol soit humecté pour faire ce travail d'entretien ou lever des diguettes en terre, sur bas-fonds. Des lignes d'herbes (*Andropogon gayanus*) y seront éventuellement repiquées à des fins anti-érosives et de bornage.

Le labour, superficiel, est réalisé dès les premières pluies. La fumure organique qui a été transportée sur le terrain en fin de saison sèche est alors épandue.

Le labour est immédiatement ou très peu de temps après suivi des semis qui peuvent s'étaler sur une période prolongée de plusieurs semaines entre juin et juillet selon les conditions de site et l'erratisme des précipitations. Sur hauts de versant, il n'est pas rare qu'une sécheresse d'une à deux semaines voire plus s'installe après les premiers semis obligeant les exploitants à resemer. En 1993, si le calendrier agricole montre que seules quelques rares parcelles hâtivement semées ont dû être resemées sur les hauts de versant, par contre, les crues soudaines des bas-fonds ont obligé la majorité des exploitants à resemer au moins en partie 54 % des surfaces ensemencées, 2 à 3 semaines plus tard.

On observe que les bas-fonds sont semés dix à quinze jours avant les hauts de versant. Ce peut être un mois ou plus certaines années. Au sorgho à cycle long est associé en même temps, ou avec très peu de différé, le niébé. Le coton sera quant à lui la dernière culture semée, fin juillet.

Le premier sarclage intervient quelques semaines après le semis et seulement une à deux semaines sur bas-fonds car la végétation adventice, d'herbacées, et de recrues arbustifs s'y développe vigoureusement.

Généralement, le démarrage des plantules est réalisé durant la même période. Il est pratiqué par une large majorité d'exploitants mais est moins courant sur hauts que sur bas de versant (68 % contre 98 % des parcelles, en 1993). Au démarrage est associé sur quelques parcelles (5 à 10 %) le repiquage des plantules qui permet de regarnir les poquets vides.

Le buttage, pratiqué par tous les cultivateurs en bas-fonds mais moins couramment sur hauts de versant, permet d'incorporer alors une fumure minérale. Un second sarclage est fait sur l'ensemble des parcelles trois à quatre semaines plus tard au milieu de la saison des pluies. Un troisième sarclage peut être nécessaire uniquement sur les champs des bas-fonds et de leurs bordures (18 % des parcelles en 1993).

Dès la fin de la saison des pluies, courant septembre, les premières cultures sont récoltées. Ce sont en particulier le niébé et le maïs des champs de case.

Les principales récoltes de sorgho et de mil sur hauts de versant ont lieu en octobre alors que le sorgho des bas-fonds n'est récolté qu'un mois plus tard (cf. **photographie 36**). Le coton est la dernière récolte faite courant décembre pouvant se prolonger jusqu'à janvier.

Au fur et à mesure de l'enlèvement des récoltes ou dans le mois qui le suit, presque tous les résidus de culture sont enlevés des champs de hauts de versant (fanés de légumineuses et tiges de céréales). Sur bas de versant, la pratique est moins fréquente que sur les sites les plus proches des habitations et des enclos car il ne concerne qu'un quart des parcelles. Elle est aussi plus diffuse se prolongeant jusqu'en janvier-février. Le restant des résidus, pour l'essentiel des tiges de sorgho, est donc laissé sur place au bétail. Cette biomasse et sa transformation en fumier assure une restitution partielle de la matière organique au sol.

Enfin, dès que les récoltes sont achevées rendant les parcs accessibles au bétail, l'émondage des faidherbias reprend modérément en début de saison sèche et s'étend avec plus d'intensité du milieu de la saison sèche jusqu'aux premières pluies.

4.7. CONCLUSION

Les parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma paraissent encore caractérisés par la durabilité de leurs systèmes d'exploitation et la stabilité de leur foncier. Mais les situations évoluent rapidement, liées à la pression démographique et à la médiocre productivité des sols à Watinoma d'une part, et à une marginalisation progressive, économique et sociale du parc de Dossi, d'autre part. Ainsi, l'exploitation agricole qui est communautaire à Watinoma est devenue majoritairement individuelle à Dossi. Cet individualisme résulte du développement de la culture du coton en brousse qui a progressivement laissé le parc aux exploitants les plus âgés et fait apparaître de plus en plus de jachères par manque de main d'oeuvre. Autres signes de cette évolution, le départ de nombreux jeunes du terroir de Watinoma et, à l'inverse, l'arrivée de migrants à Dossi, ce qui dans les deux cas pourraient beaucoup peser sur le devenir des parcs à faidherbias.

Le microparcellaire reste la règle générale sur l'ensemble des parcs, les plus petites parcelles étant les plus proches des habitations et les plus fumées. La fertilité des sols qui est meilleure à Dossi qu'à Watinoma est maintenue par des apports importants mais irréguliers dans le temps et l'espace de fumure organique. Celle-ci est complétée d'engrais chimiques d'usage plus généralisé à Dossi qu'à Watinoma. Il en va de même du travail mécanisé du sol, majoritairement pratiqué à Dossi et encore marginal à Watinoma s'agissant dans le second cas de traction asine. Mais sur ce dernier terroir, aux ressources limitées, les techniques de conservation de l'eau et du sol ont un développement important et reconnu dont les faidherbias font partie intégrante. De la même façon, pour des raisons stratégiques face aux aléas climatiques et à la forte hétérogénéité des sols, les exploitants de Watinoma ont développé de multiples et complexes associations culturales.

Tous les parcs à faidherbia ont en commun d'avoir des céréales -et principalement le sorgho- comme cultures de base. Les cultures commerciales tel que le coton restent marginales même sur le parc de Dossi. Par contre, les cultures condimentaires, les légumes, le tabac et les cultures hâtives de soudure tel que le maïs y sont bien représentés ajoutant à la gamme déjà fort diversifiée des associations culturales.

Les successions culturales sont le plus souvent identiques d'une saison à l'autre. Cet aspect consolide la dominance des céréales avec cependant plus de diversité à Watinoma qu'à Dossi du fait de l'incorporation de légumineuses associées aux céréales dans les successions. Cultures, variétés culturales et assolements qui se distribuent bien évidemment au gré des conditions naturelles et d'aménagement des sols contribuent à renforcer le caractère d'hétérogénéité des parcs de Watinoma et, par contraste, donnent un caractère plus unitaire au parc de Dossi.

Enfin, sur l'ensemble des parcs, la vaine pâture et l'émondage des faidherbias ponctuent chaque année l'alternance des activités saisonnières et contribuent à faire des parcs des systèmes d'exploitation continue.

CHAPITRE 5 : L'ELEVAGE, UNE COMPOSANTE ECONOMIQUE SECONDAIRE, INEGALEMENT INTEGREE A L'EXPLOITATION AGRICOLE

5.1. COMPOSITION DES TROUPEAUX ET BUTS DE L'ELEVAGE

A Watinoma, et encore plus à Dossi, l'élevage est chez les agriculteurs mossé et bwana une activité économique modeste mais il concerne respectivement 88 % et 84 % des exploitations, toutes espèces animales confondues (cf. tableau 14).

Les effectifs en animaux sont en moyenne de quinze à vingt têtes par exploitation, les petits ruminants dominant les troupeaux. Encore faut-il distinguer les plus "grands" propriétaires des plus petits qui sont les plus nombreux. Ces derniers ont un à trois boeufs et au plus 7 à 8 moutons et chèvres (cf. photographie 43).

Même les Peuls de Watinoma n'ont pas de grands troupeaux. Certes, ils ont plus de boeufs et surtout plus de petits ruminants (près d'une cinquantaine en moyenne) mais aucun n'a plus de 100 têtes de bétail et, finalement quelques agriculteurs ont autant de bovins que certains peuls (20 à 25 têtes).

Ce qui fait la différence entre les élevages pratiqués à Dossi et de Watinoma relève plus des finalités recherchées que des spécificités du milieu (cf. tableau 15)

- les boeufs sont à Dossi essentiellement élevés pour le travail du sol et le transport de produits agricoles (récoltes et engrais en particulier, sur de longues distances pour les champs de brousse). La vente de boeufs y est marginale et faite par stricte nécessité, s'agissant de quelques animaux de parcours ;

- à Watinoma, les boeufs de trait sont rares, remplacés dans cette tâche par les ânes, nombreux ;

- la production de fumier qui est, après la vente d'animaux, un des principaux buts recherchés à Watinoma, est rarement mentionnée à Dossi par les exploitants des parcs à faidherbias bien qu'ils fument leurs champs ;

- tant à Dossi qu'à Watinoma, les petits ruminants sont une source de revenus importante permettant de régler à tout moment des dépenses. Ils sont également indispensables aux cérémonies assez fréquentes (fêtes religieuses et familiales, sacrifices à Dossi) et représentent de fait une consommation de viande non négligeable. Mais la vente d'animaux ne constitue pas une source majeure de revenus pour les exploitants à quelques rares cas près. A Watinoma, c'est une seconde source de revenus pour un quart des interrogés. A Dossi, c'est une spéculation marginale pour les hommes ;

- les Peuls font de l'élevage en premier lieu pour la production du lait. La production d'importantes quantités de fumier qui garantissent une abondance et une régularité des applications pour leurs cultures est secondaire. La vente de bovins, rare, n'est pas un but en soit et ce sont là encore les petits ruminants qui permettent d'obtenir des liquidités. Ils sont également consommés à l'occasion des fêtes et des cérémonies.

- les porcs, absents, de Watinoma, village musulman, sont par contre abondants à Dossi. C'est une spécialité des femmes qui en une ou deux saisons les engraisent et les vendent ;

- pour ce qui concerne les volailles, les chiffres sont inévitablement imprécis : toutes les exploitations disposent de poulets (et de pintades à Watinoma), et certaines en font un élevage assez important. Ainsi à Watinoma, près d'un quart des exploitations, ont de 20 à 100 volailles, nombre plusieurs fois renouvelé au gré des ventes dans l'année.

La densité de bétail est, à l'instar de celles des hommes, beaucoup plus élevée à Watinoma qu'à Dossi. Sur les quelques 11 km² de Watinoma, les troupeaux des agriculteurs peuvent être estimés à un peu plus de 3 000 têtes. Ils sont aux trois quarts composés de chèvres et de moutons. Ceci représente environ 1 UBT/ha¹, la charge variant au cours de l'année. A Dossi, sur plus de 250 km², les agriculteurs élèvent environ 2 000 têtes comptant plus de 50 % de bovins, compte non tenu des troupeaux des Peuls résidents du terroir dont les troupeaux parcourent rarement le parc à faidherbia. Mais la charge reste très faible ; comparativement à Watinoma elle est de 0,5 à 1 UBT pour 10 ha.

TABEAU 14 : BETAIL ET TROUPEAUX DES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

EXPLOITANTS	% D'EXPLOITATIONS AYANT DES ⁰ :					TAILLE MOYENNE DES TROUPEAUX DES EXPLOITANTS				
	BOVINS	OVINS	CAPRINS	ANES	PORCS	BOVINS	OVINS	CAPRINS	ANES	PORCS
Agriculteurs de Dossi	58 dont 56 de trait	20	52	4	24 ⁰	7 (± 2)	5 (± 3)	4 (± 3)	0 à 1	2 à 3
Agriculteurs moosés de Watinoma	40 dont 6 de trait	60	84	88	0	8 (± 8)	6 (± 4)	5 (± 3)	2 (± 1)	0
Agro-pasteurs peuls de Watinoma	100	100	100	20	0	12 (± 8)	21 (± 9)	25 (± 10)	0 à 1	0

(±) = écart-type à la moyenne.

(1) 88 % des exploitations à Watinoma et 68 % à Dossi ont à la fois des bovins, des caprins et des ovins (84 % à Dossi en y incluant les porcs)

(2) Pourcentage vraisemblablement sous-estimé, l'enquête ayant été réalisée en début de saison des pluies à une période où la plupart des porcs ont été vendus ; c'est sans doute, près de la moitié des femmes qui sont concernées par cet élevage, presque toutes l'étant à un moment de leur vie.

Sources : Enquêtes agroforestières faites auprès de 50 agriculteurs de Watinoma et 50 agriculteurs de Dossi
Enquête sylvopastorale faite auprès de 20 Peuls de Watinoma.

¹Unité de Bétail Tropical/hectare, l'unité valant 250 kg.

**TABLEAU 15 : BUTS DE L'ELEVAGE POUR LES EXPLOITANTS DES PARCS A *FAIDHERBIA ALBIDA* DE DOSSI ET DE WATINOMA
(PAR RANG D'IMPORTANCE)**

EXPLOITANTS	BOVINS	OVINS	CAPRINS	PORCINS	ANES	VOLAILLES
Agriculteurs de Dossi	1. Travail du sol 2. Transport 3. Vente	1. Vente 2. Cérémonies	1. Vente 2. Cérémonies	1. Vente 2. Cadeaux	- -	1. Vente 2. Cérémonies (sacrifices)
Agriculteurs de Watinoma	1. Vente 2. Fumier 3. Transport	1. Vente 2. Cérémonies 3. Fumier	1. Vente 2. Cérémonies 3. Fumier	- -	1. Travail du sol 2. Transport 3. Fumier	1. Vente 2. Consommation et fêtes
Pasteurs de Watinoma	1. Lait 2. Fumier 3. Vente	1. Lait 2. Vente 3. Cérémonies	1. Lait 2. Cérémonies 3. Fumier	- -	- -	Non évalué

**TABLEAU 16 : PRINCIPALES CONTRAINTES DE L'ELEVAGE POUR LES EXPLOITANTS DES PARCS A *FAIDHERBIA ALBIDA* DE DOSSI ET DE WATINOMA
(PAR RANG D'IMPORTANCE)**

EXPLOITANTS	BOVINS	OVINS	CAPRINS	PORCINS
Agriculteurs de Dossi	1. Maladies	1. Maladies	1. Maladies	1. Maladies
Agriculteurs de Watinoma	1. Manque de fourrage 2. Maladies 3. Manque de temps	1. Maladies 2. Manque de fourrage 3. Manque de temps	1. Maladies 2. Manque de fourrage 3. Manque de temps	-
Agro-pasteurs de Watinoma	1. Manque d'eau 2. Manque de fourrage 3. Maladies	1. Manque d'eau 2. Manque de fourrage 3. Maladies	1. Manque d'eau 2. Manque de fourrage 3. Maladies	-

Sources : Enquêtes agroforestières faites auprès de 50 exploitants agricoles à Dossi (08/92) et 50 exploitants agricoles à Watinoma.
Enquête sylvopastorale faite auprès de 20 Peuls de Watinoma.

5.2. LE MODE D'ELEVAGE ET LES MOUVEMENTS SAISONNIERS DES TROUPEAUX

Le mode d'élevage est largement extensif sur les deux terroirs bien qu'à Dossi les boeufs de traits soient en saison des pluies l'objet d'une alimentation suivie du fait du travail auquel ils sont soumis. Le bétail passe la majeure partie de son temps à parcourir les parcs et les brousses pour son alimentation. Les animaux sont tous les soirs rentrés en enclos à l'exception des animaux confiés aux Peuls. Le nombre d'animaux confiés à ces derniers est très faible à Dossi (quelques %) et il ne concerne qu'un quart des exploitants à Watinoma qui leurs confient une partie de leurs bovins, notamment.

Quant aux troupeaux des Peuls de Watinoma, leurs déplacements d'une saison à l'autre sont assez limités :

- en saison sèche, 90 % des troupeaux sont sur les bas-fonds du terroir et sur ceux des villages limitrophes (cf. **photographie 39**) ; les autres vont au delà, à l'est et au sud dans un rayon de 15 à 20 km et à l'ouest jusqu'aux environs de Yako (soit près de 50 km) ;

- en saison des pluies, 75 % des troupeaux se cantonnent aux collines environnantes, essentiellement à l'est du terroir, sur de maigres pâturages qui échappent à l'emprise agricole.

Le reste des troupeaux se déplace à l'ouest et au sud-ouest du terroir, à travers les rares brousses et jachères restantes, au plus dans un rayon de 10 à 15 km.

5.3. CONTRAINTES DE L'ELEVAGE

Les principales contraintes de l'élevage sont révélatrices des potentialités du milieu et du faible niveau économique des exploitations (cf. **tableau 16**).

A Dossi où les ressources fourragères ne manquent pas, ce sont les maladies qui constituent la quasi-unique contrainte du cheptel. Les vaccinations et autres soins vétérinaires y sont rarement prodigués ;

A Watinoma si les maladies restent une contrainte prépondérante, tant chez les agriculteurs que chez les Peuls, le manque de fourrage est partout mentionné en premier ou en second rang. Mais pour les Peuls, la principale contrainte est le manque d'eau ou d'accès à l'eau ;

Le manque de temps, en particulier pour le gardiennage des troupeaux, est mentionné par un petit nombre d'agriculteurs à Watinoma.

Enfin, quelques exploitants mentionnent les conflits ponctuels avec les forestiers pour l'émondage des arbres et la compétition qu'exercent les peuls pour l'alimentation de leur bétail à partir des arbres fourragers. D'un autre côté, en saison sèche, pour 65 % des peuls interrogés, les ressources fourragères ligneuses tirées des parcs -*Faidherbia albida*, pour l'essentiel- sont suffisantes alors qu'en saison des pluies les ressources ligneuses sont insuffisantes pour 80 % des interrogés. Tous mentionnent l'espace grandissant qu'ont pris les agriculteurs à leurs dépend. Cette situation exacerbe la contrainte fourragère qui en saison sèche se traduit par une surexploitation de *Faidherbia albida* (dont nous avons fait une évaluation par un suivi de l'émondage, analysé dans la partie V de notre étude).

5.4. L'AFFOURRAGEMENT DES TROUPEAUX : LA PLACE DE FAIDHERBIA ALBIDA DANS L'ALIMENTATION DU BETAIL

L'alimentation du bétail est majoritairement assurée par les résidus de culture pour les bovins alors que les petits ruminants dépendent surtout des pâturages de brousse, compris ici comme l'ensemble des herbacées et des arbrisseaux disponibles des terrains de parcours (cf. tableau 17).

Les résidus de culture sont assez variés. Ils sont constitués pour l'essentiel de tiges et feuilles de sorgho, de maïs et de mil et de fanes de légumineuses qui proviennent pour une large part des parcs à *Faidherbia albida*. S'y ajoutent des sous-produits de la transformation des cultures : drèches de sorgho fermenté en bière et graines de coton à Dossi, son de mil et de sorgho à Watinoma, pour les principaux.

Les feuilles et fruits de ligneux sont dans tous les cas une source fourragère importante, en particulier pour les agriculteurs de Dossi et les Peuls de Watinoma : ils constituent plus de la moitié à près des trois quarts des fourrages de seconde importance et une part non négligeable des fourrages de première importance pour les petits ruminants.

Parmi les ligneux fourragers exploités des parcs agroforestiers, des brousses ou des jachères, *Faidherbia albida* tient une place prépondérante. Cette importance est remarquable pour l'alimentation des boeufs de trait et des ovins (peu nombreux) à Dossi et pour celle des petits ruminants à Watinoma (cf. photographies 37, 38 et 42, 44).

Sur ce dernier terroir, les feuilles et les fruits de *Faidherbia albida* constituent 15 à 20 % des sources principales de l'alimentation des moutons et chèvres des Peuls en saison sèche. Durant cette période, si les résidus de culture sont la première source fourragère de leurs animaux, ce sont les pâturages de brousse qui prennent la première place en saison des pluies.

TABEAU 17 : PRINCIPALES SOURCES DE FOURRAGE POUR LE BETAIL DES EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA (EN % DE REPONSES EXPRIMEES, PAR RANG D'IMPORTANCE)

EXPLOITANTS	SOURCES FOURRAGERES	BOVINS			OVINS			CAPRINS		
		R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
AGRICULTEURS DE DOSSI	Résidus de cultures	56	14	-	20	-	-	15	-	-
	Pâturage de brousse ²	34	3	4	50	-	-	52	4	-
	Fruits et feuilles de faidherbia	-	35	38	10	40	10	-	30	11
	Feuilles et fruits divers ligneux	-	41	24	-	20	20	-	52	11
	Herbes fourragères ³	10	-	-	20	10	-	33	4	4
	Pas d'autre source	-	7	34	-	30	70	-	10	74
AGRICULTEURS DE WATINOMA	Résidus de cultures	65	35	-	10	47	10	14	39	9
	Pâturage de brousse ¹	30	18	23	75	7	-	84	9	-
	Résidus ménagers	5	17	35	7	10	10	-	7	14
	Herbes fourragères ²	-	17	18	-	3	27	-	5	25
	Fruits et feuilles de faidherbia	-	6	24	8	20	13	2	25	9
	Feuilles et fruits divers ligneux	-	6	-	-	-	3	-	-	9
AGROPASTEURS DE WATINOMA⁴	Pas d'autre source	-	-	-	-	13	37	-	16	34
	Résidus de cultures	75	25	20	55	45	25	65	30	5
	Pâturage de brousse ¹	25	15	-	10	-	-	5	5	-
	Fruits et feuilles de faidherbia	-	25	25	20	-	20	15	25	30
	Feuilles et fruits divers arbres	-	30	45	5	55	35	5	30	40
	Feuilles et fruits divers arbustes	-	5	10	10	-	20	10	15	25

Sources : enquêtes agroforestières faites auprès de 50 exploitants agricoles à Dossi (08/92) et à Watinoma (06/92)
enquête sylvopastorale faite auprès de 20 éleveurs peuls à Watinoma (07/93)

²R1, R2 et R3 : rangs, par ordre d'importance, des sources citées (au moins 1, au plus 3).
Herbacées, arbustes et arbrisseaux

³A base d'*Andropogon gayanus*, propagé en lignes de délimitation parcellaire ou sur bourrelets de terre et cordons pierreux (Watinoma)

⁴Peuls dont les réponses sur l'affouragement ne concernent que la période de la saison sèche.

5.5. CONCLUSION

Rares sont les exploitations à ne pas avoir ou avoir eu du bétail et notamment des petits ruminants dont la vente et la consommation sont des buts communs à Dossi et à Watinoma. Seuls les bovins -qui ne forment jamais de grands troupeaux chez les agriculteurs- sont plus ou moins intégrés à l'agriculture : à un niveau médiocre pour le fumier qu'ils produisent à Watinoma et de façon plus conséquente pour le travail du sol qu'ils fournissent à Dossi.

Cet élevage qui reste extensif sur les deux terroirs est soumis à d'importantes contraintes : maladies mais aussi manque de fourrage et d'eau à Watinoma. C'est pourquoi *Faidherbia albida* y tient un rôle fourrager aussi important chez les Peuls. Mais feuilles et gousses ne constituent jamais qu'un complément fourrager aux résidus de culture et pâturages de brousse qui sont la nourriture de base des animaux. Ce rôle fourrager est non moins important à Dossi où le parc, assimilable à une banque fourragère assure un apport nutritif essentiel aux boeufs de labour. On peut considérer qu'il a véritablement servi le développement de la culture attelée.

CHAPITRE 6 : FONCTIONS ET AMENAGEMENT DES PARCS A FAIDHERBIA : CONNAISSANCE ET PRATIQUES DES EXPLOITANTS

6.1. LES USAGES DE FAIDHERBIA ALBIDA, ET DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES ASSOCIEES

6.1.1. Les principales espèces citées

Tant à Dossi qu'à Watinoma, *Faidherbia albida* est pour près de 95 % des agriculteurs l'espèce ligneuse la plus importante de leurs champs (cf. **tableau 18**). Cette importance dépasse largement la part de l'espèce dans l'effectif total ligneux, du moins à Watinoma où la dominance de *Faidherbia albida* est toute relative alors qu'à Dossi le parc est dans sa majeure partie monospécifique.

Cette différence entre parcs ressort au niveau des secondes et troisièmes espèces citées par les exploitants agricoles :

A Dossi, ces espèces ne concernent respectivement que la moitié et à peine 20 % des exploitants. La diversité ne s'exprime qu'à travers quelques espèces, essentiellement fruitières : le néré (*Parkia biglobosa*), le raisinier (*Lannea microcarpa*) et, dans une moindre proportion, le karité (*Butyrospermum paradoxum*) et le manguier (*Mangifera indica*).

A Watinoma, le caractère composite des parcs et leur plus grande diversité ressort à travers le nombre élevé de secondes et troisièmes espèces citées que presque tous les agriculteurs ont dans leurs champs. Parmi les 20 espèces citées, le karité (*Butyrospermum paradoxum*) et le baobab (*Adansonia digitata*) et, dans une moindre mesure, le nime (*Azadirachta indica*) et *Piliostigma reticulatum*, reviennent le plus souvent. Le baobab et le nime sont effectivement représentatifs des parcs de haut de versants (cf. **photographie 43**). Les deux autres espèces le sont des parcs de bas de versant et des bordures de bas-fonds (cf. **graphique 12**).

En ce qui concerne les Peuls, les réponses données font référence aux seules espèces fourragères et à des sites plus étendus que les seuls parcs à faidherbias étudiés, c'est-à-dire les bas-fonds qui prolongent ceux de Watinoma et leurs marges. C'est pourquoi, hormis *Faidherbia albida*, première espèce citée, on trouve des espèces telles que *Acacia seyal*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal* et *Pterocarpus lucens* (cf. **graphique 13**).

TABEAU 18 : ESPECES LIGNEUSES LES PLUS IMPORTANTES POUR LES AGRICULTEURS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA ET PRINCIPAUX LIGNEUX FOURRAGERS DES PARCS POUR LES PEULS DE WATINOMA

EXPLOITANTS ET PARCS	1ère ESPECE CITEE (%)	2ème ESPECE (%)	3ème ESPECE (%)
AGRICULTEURS DE DOSSI	<i>Faidherbia albida</i> : 94 <i>Parkia biglobosa</i> : 4 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 2	<i>Parkia biglobosa</i> : 22 <i>Lannea microcarpa</i> : 12 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 4 <i>Mangifera indica</i> : 4 <i>Faidherbia albida</i> : 8 Autres espèces ¹ : 6 Pas d'autres espèces : 50	<i>Lannea microcarpa</i> : 8 <i>Parkia biglobosa</i> : 4 <i>Ficus gnaphalocarpa</i> : 4 <i>Tamarindus indica</i> : 2 Pas d'autres espèces : 82
AGRICULTEURS DE WATINOMA	<i>Faidherbia albida</i> : 96 <i>Azadirachta indica</i> : 2 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 2	<i>Butyrospermum paradoxum</i> : 20 <i>Adansonia digitata</i> : 18 <i>Piliostigma reticulatum</i> : 10 <i>Mangifera indica</i> : 6 <i>Lannea microcarpa</i> : 4 <i>Ficus gnaphalocarpa</i> : 4 <i>Sclerocarya birrea</i> : 4 <i>Azadirachta indica</i> : 4 <i>Faidherbia albida</i> : 4 <i>Bombax costatum</i> : 4 <i>Acacia polyacantha</i> : 4 Autres espèces ² : 10 Pas d'autres espèces : 8	<i>Adansonia digitata</i> : 12 <i>Azadirachta indica</i> : 10 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 8 <i>Piliostigma reticulatum</i> : 8 <i>Lannea microcarpa</i> : 8 <i>Sclerocarya birrea</i> : 6 <i>Ficus gnaphalocarpa</i> : 6 <i>Gardenia ternifolia</i> : 6 Autres espèces : 16 Pas d'autres espèces : 20
PEULS DE WATINOMA	<i>Faidherbia albida</i> : 75 <i>Ficus gnaphalocarpa</i> : 15 <i>Pterocarpus spp.</i> ³ : 5 Autres espèces : 5	<i>Acacia seyal</i> : 35 <i>Khaya senegalensis</i> : 21 <i>Faidherbia albida</i> : 20 <i>Ficus spp.</i> ³ : 8 <i>Acacia senegal</i> ⁴ : 5 Autres espèces ⁴ : 10	<i>Ziziphus mauritiana</i> : 27 <i>Faidherbia albida</i> : 15 <i>Ficus spp.</i> : 15 <i>Pterocarpus spp.</i> ⁵ : 13 <i>Acacia senegal</i> : 12 <i>Acacia seyal</i> : 7 <i>Grewia bicolor</i> : 5 Autres espèces ⁴ : 6

¹ *Adansonia digitata*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Celtis integrifolia*

² *Balanites aegyptiaca*, *Anogeissus leiocarpus*, *Jatropha curcas*, *Commiphora africana*, *tamarindus indica*, *Khaya senegalensis*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia seyal*, *Combretum micranthum*

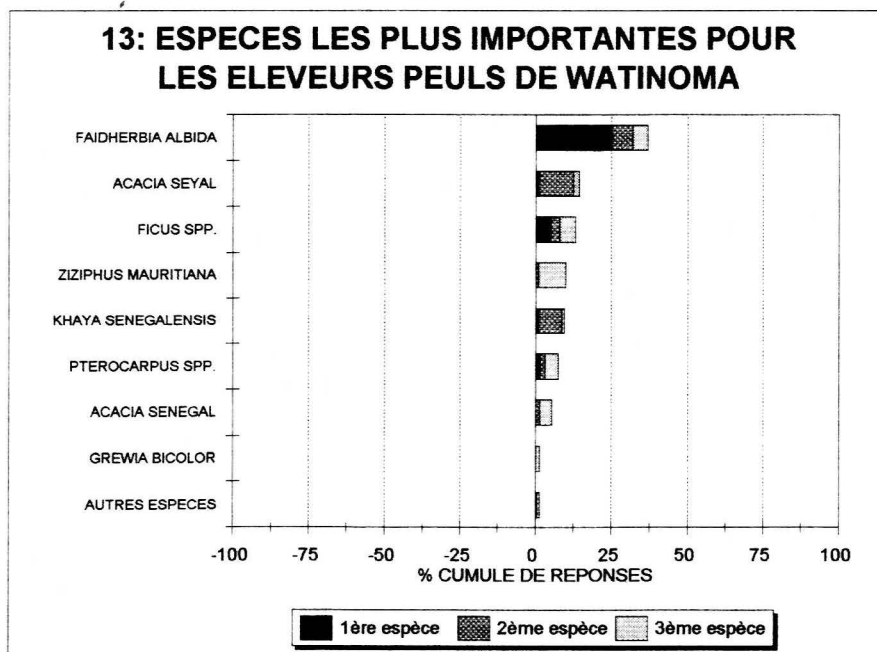
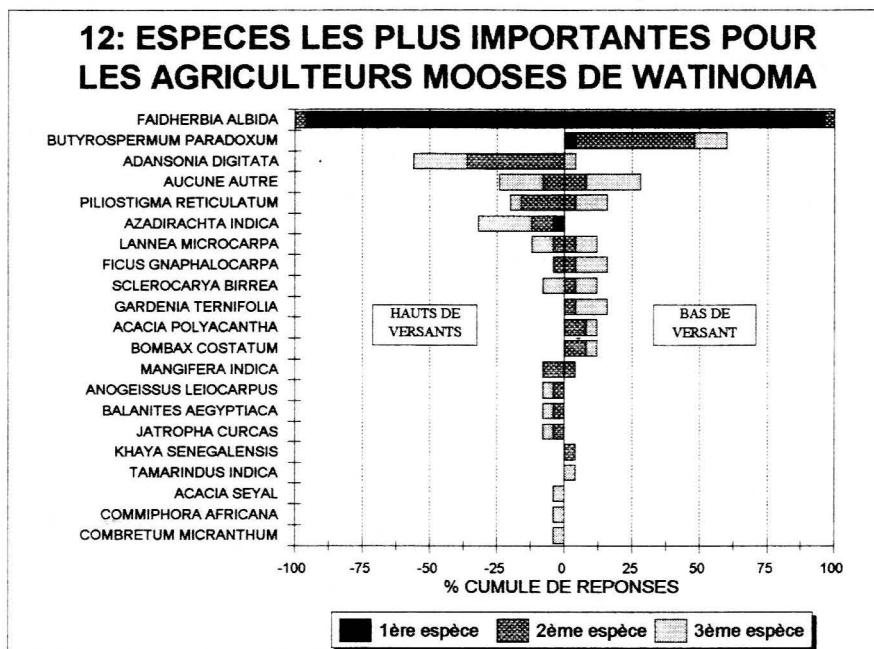
³ *Ficus gnaphalocarpa*, *Ficus phatyphylla* et *Ficus iteophylla*

⁴ *Balanites aegyptiaca*, *Acacia nilotica adansoni*, *Combretum micranthum*

⁵ *Pterocarpus lucens* et *Pterocarpus erinaceus*

Sources : Enquêtes agroforestières réalisées auprès de 50 exploitants à Dossi, 50 agriculteurs mossé et 20 agropasteurs peuls à Watinoma

**GRAPHIQUES 12 ET 13 : ESPECES LIGNEUSES LES PLUS IMPORTANTES POUR LES
EXPLOITANTS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA**



Ces espèces sont caractéristiques des espaces intersticiels qui bordent les parcs à faidherbias, sur les jachères et lambeaux de brousse incultes ou non mis en valeur des bas-fonds et de leurs bordures. Mais sont également cités le caïlcédrat (*Khaya senegalensis*) et *Ficus gnaphalocarpa*, espèces conservées en petit nombre par les exploitants agricoles des parcs à faidherbia. En définitive, on peut considérer que la place de *Faidherbia albida*, si on la rapporte aux seuls parcs, est ici sensiblement sous-estimée bien qu'elle soit déjà largement dominante.

6.1.2. Diversité des usages tirés des arbres et arbustes des parcs à faidherbia

L'ensemble des usages principaux et secondaires des espèces citées par les exploitants agricoles des parcs à faidherbias de Dossi et de Watinoma, correspondant aux espèces listées du **tableau 18**, sont illustrés par les **graphiques 14 et 15**.

Le profil des usages de la première espèce citée est très similaire d'un parc à l'autre car il décrit à 95 % *Faidherbia albida* dont la fonction principale tant à Dossi qu'à Watinoma est celle quasi-exclusive de maintien de la fertilité des sols.

L'usage fourrager de *Faidherbia albida* est sur les deux parcs, secondaire mais on observe qu'à Watinoma, l'usage est plus étendu (75 % contre 60 %). Il y est même l'usage principal pour près de 10 % des interrogés.

L'usage secondaire de l'espèce à des fins médicinales par l'exploitation de son écorce est également plus important à Watinoma qu'à Dossi (18 % contre 6 %).

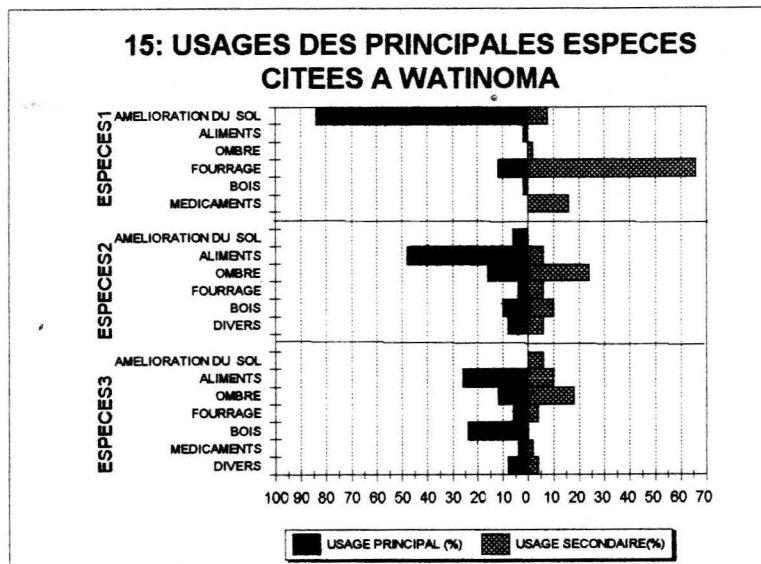
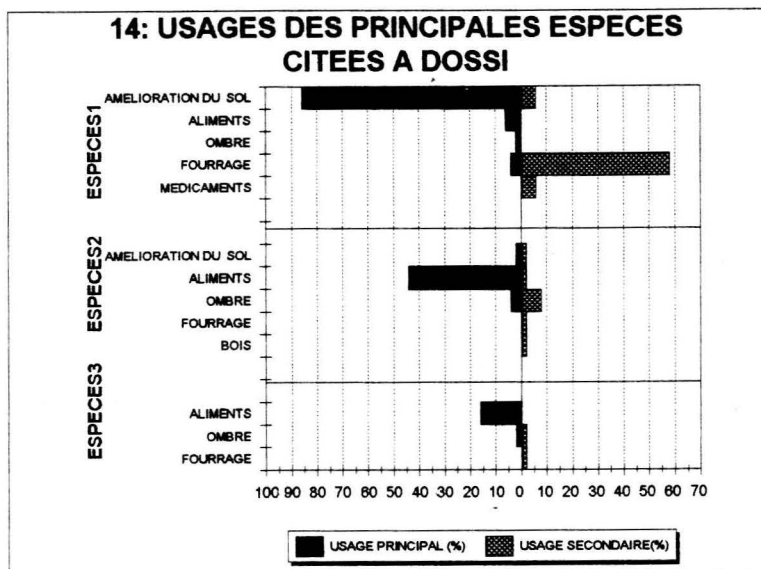
En définitive, les usages de *Faidherbia albida* sont plus étendus à Watinoma qu'à Dossi.

Le profil des usages des secondes et troisièmes espèces correspond en presque totalité aux espèces autres que *Faidherbia albida*, tant à Dossi qu'à Watinoma. A nouveau, on observe que les usages sont moins étendus mais aussi moins variés à Dossi qu'à Watinoma.

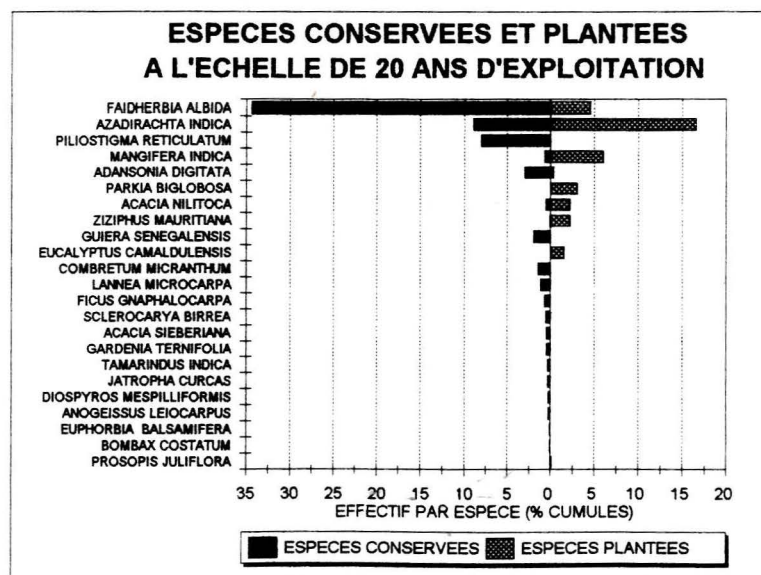
Les usages dominants sont à Dossi essentiellement alimentaires s'agissant des fruits de karité, néré, raisinier et manguier (*Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa* et *Mangifera indica*) et quelques autres moins communs : feuilles du baobab (*Adansonia digitata* et fruits de *Ficus gnaphalocarpa* à usage condimentaire. L'ombre de ces mêmes arbres apparaît à Dossi comme une fonction généralement secondaire pour l'homme et son bétail. Quant au bois de feu ou de construction, on observe que c'est un produit quasi-ignoré sur le parc de Dossi, du moins pour les principales espèces citées. A Dossi, l'abondance des ressources ligneuses des brousses et jachères satisfait totalement les besoins en bois des villageois.

A Watinoma, les secondes et troisièmes espèces fournissent des aliments mais aussi du bois de feu ou de construction, divers produits artisanaux et prodiguent de l'ombre. Ce sont majoritairement des usages principaux et parfois secondaires ce qui situe l'importance des espèces et des besoins auxquels elles répondent.

GRAPHIQUES 14 ET 15 : IMPORTANCE ET DIVERSITE DES USAGES TIRES DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA (EN % D'USAGES CUMULES DES ESPECES CITEES EN RANG 1, 2 ET 3)



GRAPHIQUE 16: PART DE FAIDHERBIA ALBIDA DANS LA CONSERVATION ET LA PLANTATION D'ESPECES LIGNEUSES PAR LES AGRICULTEURS MOOSES DE WATINOMA



Ce sont pour les principaux produits et services :

- les fruits et plus particulièrement la noix du karité (*Butyrospermum paradoxum*) ;
- les feuilles condimentaires et, dans une bien moindre importance, les fruits du baobab (*Adansonia digitata*) ainsi que les fleurs du kapokier (*Bombax costatum*) ;
- les fruits du raisinier (*Lannea microcarpa*), du manguier et de diverses espèces fruitières (*Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea*...) ;
- le bois de feu ou les perches et poteaux de construction tirés du nime (*Azadirachta indica*) et dans une moindre proportion, autres espèces (*Piliostigma reticulatum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Sclerocarya birrea*, ébranchés plutôt que récépés) ;
- les feuilles et fruits fourragers de *Ficus gnaphalocarpa* ;
- l'ombrage que fournit cette dernière espèce comme beaucoup d'arbres au houppier dense : fruitiers en particulier mais aussi *Piliostigma reticulatum*, *Acacia polyacantha* ;
- les feuilles de *Piliostigma reticulatum* qui servent à acidifier l'eau de préparation du "tô"⁶.

La diversité des produits et services étendue à des domaines très variés, allant de l'alimentaire au sacré, montre la grande importance accordée aux arbres par les paysans de Dossi et de Watinoma.

Mais la liste des multiples usages tirés des quelques 40 espèces inventoriées sur les parcs de Dossi et de Watinoma est évidemment beaucoup plus longue que celle des principaux usages ici donnés. Elle a fait l'objet de fiches détaillées par espèce décrivant leurs usages tels qu'ils ont été observés et enregistrés par des enquêtes complémentaires faites auprès des exploitants agricoles (DEPOMMIER, 1995).

6.2. REGENERATION ET EXPLOITATION DE FAIDHERBIA ALBIDA

6. 2. 1. Conservation, enrichissement et élimination de la ressource ligneuse

6.2.1.1. Les pratiques des exploitants agricoles

Les réponses données par les exploitants agricoles sur la conservation de la régénération naturelle de *Faidherbia albida* et des autres espèces des parcs apparaissent contrastées d'un terroir à l'autre. Il en va de même de l'enrichissement de ces parcs par plantation et de l'élimination ou de la disparition d'arbres adultes ou de rejets, ainsi qu'il ressort du **tableau 19**.

⁶Farine de mil ou de sorgho constituant l'aliment de base des paysans.

La plupart des exploitants ont en commun de pratiquer depuis qu'ils exploitent leurs terres (en moyenne 20 ans) :

- . la conservation de la régénération naturelle, citée par près de 70 % d'entre eux ;
- . l'élimination de rejets ou de drageons de *Faidherbia albida* ou leur rabattage systématique, pratiqué sur les deux terroirs par 70 % des exploitants ;
- . à la fois la conservation et la plantation d'arbres qui, toutes espèces confondues, concernent les trois quarts des interrogés.

Mais des différences majeures ressortent au niveau de la conservation et surtout de l'élimination ou de la perte de *Faidherbia albida* (jeunes ou adultes). Ces différences valent pour le nombre d'exploitants le mentionnant mais aussi pour les effectifs ligneux donnés. Ces chiffres relativisent la place de *Faidherbia albida* d'un terroir à l'autre ; ils traduisent finalement assez bien les paysages plus ou moins arborés des parcs tels qu'on peut les observer aujourd'hui.

* Conservation et plantation

Les pratiques conservatoires différenciant les parcs sont les suivantes :

- . La conservation de la régénération naturelle est beaucoup moins diversifiée à Dossi qu'à Watinoma où *Faidherbia albida* représente 95 % de l'effectif ligneux conservé ;
- . la médiocre pratique de conservation de la régénération naturelle de *Faidherbia albida* à Watinoma (59 % des exploitants) est compensée par le fait que 43 % des exploitants conservent d'autres espèces ou en plantent. La diversité des parcs à faidherbias de Watinoma et la médiocre dominance de l'espèce trouvent largement leur origine dans les stratégies conservatoires et les pratiques de gestion de la ressource ligneuse des paysans, à l'échelle de 20 ans d'exploitation. Le **graphique 16**, page 149, construit sur l'effectif cumulé en individus conservés ou plantés par les interrogés, illustre cette place relative de *Faidherbia albida* au sein de parcs à associations ligneuses diverses et complexes tels qu'ils ont été inventoriés ultérieurement ;
- . La plantation d'espèces exotiques et autochtones est deux fois plus fréquente à Watinoma qu'à Dossi (24 % des exploitants de Dossi qui ne plantent que des exotiques). Le nime (*Azadirachta indica*) est à Watinoma l'espèce la plus plantée mais aussi celle qui est la plus conservée, après *Faidherbia albida*. En fin de compte, ce sont près de 20 espèces qui sont conservées et quelques autres qui sont plantées par 79 % des exploitants de Watinoma.

TABLEAU 19 : CONSERVATION DE LA REGENERATION LIGNEUSE, PLANTATION, PERTE ET ELIMINATION DE LIGNEUX SUR LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

PRATIQUES DE CONSERVATION ET D'ELIMINATION	WATINOMA		DOSSI	
	% réponses citées	Contribution spécifique (effectifs en %)	% réponses citées	Contribution spécifique (effectifs en %)
Conservation de la régénération naturelle : - <i>Faidherbia albida</i> : - autres espèces :	59 43		68 16	
- toutes espèces confondues :	68	<i>Faidherbia albida</i> : 54 <i>Azadirachta indica</i> : 14 <i>Piliostigma reticulatum</i> : 13 Diverses combretacées ¹ : 6 Divers fruitiers ² : 4 Autres espèces : 9	70	<i>Faidherbia albida</i> : 95 <i>Parkia biglobosa</i> : 5 <i>Lannea microcarpa</i> : 5 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 5 <i>Azadirachta indica</i> : 5 <i>Adansonia digitata</i> : 5
Plantation d'espèces exotiques et autochtones :	43	<i>Azadirachta indica</i> : 46 <i>Mangifera indica</i> : 16 <i>Faidherbia albida</i> ³ : 12 Diverses autochtones ⁴ : 20 Diverses exotiques : 6	24	<i>Mangifera indica</i> : 65 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> : 20 <i>Azadirachta indica</i> : 15
Conservation et plantation de toutes espèces :	79	Espèces conservées : 64 Espèces plantées : 36	72	Espèces conservées : 92 Espèces plantées : 8
Rabattage ou élimination de rejets ou drageons de - <i>Faidherbia albida</i>	70	-	70	
Elimination volontaire ou mortalité naturelle ou accidentelle de : - <i>Faidherbia albida</i> (autre que régénération) :	13	-	72	
- toutes espèces confondues (autre que régénération) :	64	<i>Faidherbia albida</i> : 14 <i>Combretum micranthum</i> : 14 <i>Butyrospermum paradoxum</i> : 13 <i>Piliostigma reticulatum</i> : 13 <i>Azadirachta indica</i> : 11 <i>Acacia</i> sp. : 11 Autres espèces ⁵ : 24	2	Question non posée pour les espèces autres que <i>faidherbia</i>

(1) *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, *Anogeissus leiocarpus*

(2) *Lannea microcarpa*, *Sclerocarya birrea*, *Mangifera indica*, *Tamarindus indica*, *Diospyros mespiliformis*

(3) Plants du Projet IRBET/CES-AGF

(4) Dont : *Parkia biglobosa*, *Acacia nilotica adansonii* et *Ziziphus mauritiana*

(5) Dont : *Khaya senegalensis*, *Tamarindus indica*, *Lannea microcarpa*

Source : Enquêtes agroforestières réalisées auprès de 50 exploitants à Watinoma et 50 exploitants à Dossi : à chaque interrogé correspond une parcelle qu'il exploite sur l'un des parcs à *faidherbia* et pour laquelle l'évaluation de la conservation et de l'élimination de la régénération des ligneux demandée est ici résumée.

Mais des différences importantes ressortent selon le site. La conservation comme la plantation d'espèces, autres que *Faidherbia albida*, est deux à trois fois plus pratiquée sur hauts de versant que sur bas de versants. Ces derniers parcequ'ils sont les sites les plus éloignés sont les plus difficiles à protéger du bétail, peul en particulier. Par contre, le taux de conservation de *Faidherbia albida* y est peu différent (64 % contre 54 % des exploitants).

à Dossi, si on plante des arbres en parc, ce sont principalement des manguiers. La pratique est récente car les arbres sont aujourd'hui encore très jeunes. L'effectif planté reste cependant très faible par rapport à celui conservé, dominé par *Faidherbia albida* (8 % contre 92 %). Par ailleurs, hormis *Faidherbia albida*, seules 8 espèces plantées ou conservées, sont citées, (contre 23 à Watinoma).

Dans tous les cas, la conservation comme la plantation de ligneux ne signifie pas que les individus aient tous survécu. Bien au contraire, les plantations ont un taux de mortalité supérieur à 80 % à Watinoma⁷. Il est de 20 à 30 % à Dossi car les conditions climatiques y sont plus favorables mais aussi parce que les plantations résultent d'initiatives individuelles (achat de manguiers greffés pour les deux tiers des effectif plantés). Quant à la conservation et à la protection de la régénération naturelle, de *Faidherbia albida* en particulier, elle apparaît également très aléatoire. Sans pouvoir quantifier l'importance du phénomène, les exploitants de Dossi et surtout de Watinoma mentionnent les dégâts du bétail et les coups de machette intempestifs d'enfants sur les brins conservés. Nous verrons ultérieurement au chapitre traitant de la régénération ligneuse et de son suivi par inventaire qu'une large part du devenir de cette régénération dépend des choix des exploitants agricoles en saison de culture.

En fin de compte, selon les effectifs donnés par les interrogés, un arbre sur trois conservés est un *Faidherbia albida*.

* Elimination et perte

Pour ce qui est de l'élimination ou de la perte de régénérations et d'arbres jeunes ou adultes, les pratiques sont les suivantes :

- le rabattage saisonnier des rejets de *Faidherbia albida* est le fait de presque tous les exploitants dont les parcelles portent des rejets. Si le rabattage n'est pas cité, c'est que le terrain n'a jamais porté de régénération, aux dires de l'exploitant, ou parce que ce dernier a réussi à en faire disparaître toute forme à force de recéper⁸.

A Watinoma, plus de la moitié des interrogés qui éliminent ou rabattent les rejets de *Faidherbia albida* le justifient par les raisons suivantes :

⁷ Beaucoup de plants proposés par les projets puis diffusés via le groupement villageois ont apparemment été pris collectivement mais mis en place sans beaucoup de motivation personnelle ni d'entretien ou de protection.

⁸ "Je n'ai plus besoin de nettoyer mon champ depuis que c'est fait" ou encore "Mon champs est déjà propre" disent fréquemment à ce propos les exploitants interrogés.

- la principale, donner le maximum de place à leur semis ;
- Secondairement, réduire la concurrence des rejets sur le mil et le sorgho. Cette réponse est plus souvent explicitée par à l'encombrement spatial des rejets que par une compétition directe pour l'eau et les éléments minéraux.

Pour tous, le nettoyage de terrain, juste avant la saison agricole, est assimilé au rabattage des rejets, voire à leur dessouchage et parfois à leur mise à feu, avant les premières pluies (cf. photographies 18 et 32).

- l'élimination, volontaire et la disparition naturelle ou accidentelle d'arbres adultes, et parfois jeunes, est citée par 64 % des exploitants des parcs à faidherbias de Watinoma. A l'échelle de la durée d'exploitation de leur parcelle, ce taux est faible. Mais les observations suivantes relativisent ce pourcentage :

- l'élimination d'arbustes et de petits arbres, régulièrement recépés et abondants tels que ceux de la famille des combretaceae, est fréquemment occultée dans les réponses des interrogés alors que le suivi parcellaire sur plusieurs années montre que le nettoyage des champs en fait disparaître plus qu'il n'en est cité;
- si plus de 40 % des interrogés ne se prononcent pas sur la ou les causes de mortalité des arbres de leurs parcelles, il est intéressant de noter que pour les autres, c'est d'abord le vent et parfois la foudre qui sont les premières causes de mortalité des arbres (15 %), devant l'âge (14 %), les insectes et notamment les termites (10 %). Sont également cités les feux de nettoyage ou ceux venant de brousse (8 %), l'écorçage abusif à des fins médicinales (4 %) et le bétail qui n'affecte que les jeunes arbres (3 %). La coupe fréquence, rez-de-souche, d'arbres et surtout d'arbustes, pour leur bois ou pour faire de la place aux cultures, peut engender des mortalités, qui ne sont pas citées par les interrogés ;
- la perte de faidherbias n'est citée que par 13 % des exploitants contre 72 % à Dossi. Cette importante différence apparaît liée au fait que les faidherbias de Dossi sont à la fois plus âgés et plus nombreux. Ils constituent un peuplement sujet à de plus nombreuses mortalités. Selon nos propres observations, les vieux arbres chancieux et souvent ébranchés par le vent sont fréquemment éliminés par le feu qu'allument à leur pied les exploitants. A Watinoma, c'est sur les sites de hauts de versant, aux densités de faidherbias les plus élevées, que les pertes sont les plus élevées (19 % contre 6 % sur bas de versant et bas-fonds). Quelque soit le site on peut suspecter une sous-estimation des évaluations données, par les exploitants car le décalage est très grand entre l'effectif des faidherbias conservés (312) et celui donné des mortalités (30). A l'échelle de 20 ans d'exploitation, cela signifie que très peu de tiges initialement conservées ont survécu, fait que minimisent les interrogés. Mais on peut ainsi faire l'hypothèse que l'effectif des brins conservés est largement constitutif des parcs d'aujourd'hui. Ces parcs doivent alors être considérés comme majoritairement jeunes, ayant succédé à des peuplements vieillissant. Il en résulterait donc en une densification des parcs depuis une

génération. Cette interprétation recoupe l'analyse de l'évolution des parcs à faidherbia, faite au chapitre 2. Nous verrons dans la partie traitant de la dynamique de l'espèce que l'évaluation de l'âge des faidherbias et le suivi de la régénération de l'espèce consolident l'interprétation.

S'il est difficile de quantifier le bilan des effectifs plantés ou conservés et des effectifs éliminés sur la seule base des chiffres donnés, celui-ci peut être finalement précisé par les réponses relatives à l'insuffisance des ligneux conservés dans les parcelles des interrogés et à leur intention de planter des arbres (cf. **tableau 20**).

On relève qu'à Dossi autant d'exploitants estiment avoir assez de faidherbias qu'insuffisamment, alors qu'à Watinoma la plupart des interrogés disent ne pas avoir assez de faidherbias, quel que soit le site.

Nous rappellerons ici les chiffres cités en chapitre 2 sur la régression du peuplement de faidherbias de Dossi constatée par plus de la moitié des exploitants sur leurs champs, à l'échelle d'une génération. L'ensemble de ces données montre que la plupart des exploitants du parc de Dossi vivent sur un patrimoine d'arbres hérités de leurs parents, arbres encore assez nombreux pour les satisfaire mais vieillissant et dont le renouvellement n'est pas totalement assuré.

Pour ce qui concerne les autres espèces ligneuses, à Watinoma, l'insuffisance d'arbres ne vaut que pour les exploitants ayant leur parcelle sur hauts de versants, à proximité des habitations où les arbres présentent moins de risques d'être exploités par autrui.

Très logiquement, on constate à ce niveau une correspondance quasi-totale entre les réponses mentionnant l'insuffisance de ligneux et celles relatives aux conservations et aux plantations d'arbres réalisées, précédemment citées.

De plus, les intentions de conserver, dans un proche avenir, la régénération de *Faidherbia albida* à Watinoma (78 %) et de planter à Dossi, essentiellement des manguiers (46 %) s'inscrit dans la tendance des pratiques mentionnées en matière de conservation et de plantation de ligneux. A Watinoma, ces intentions renvoient à l'insuffisance de faidherbias citée par la plupart des exploitants. Cependant, tant l'insuffisance exprimée que l'intention correspondante sont, vraisemblablement amplifiées par la motivation que suscitent par les activités de projet opérant à Watinoma et dans sa région.

6.2.1.2. Le point de vue des Peuls sur la régénération de *Faidherbia albida*

Des réponses très intéressantes ont été faites par les Peuls en matière de régénération de *Faidherbia albida* et d'effet du bétail sur sa régénération et son développement. Pour 80 % des interrogés, il n'existe pas de relation entre la régénération de *Faidherbia albida* et la consommation de fruits et donc de graines par le bétail. Ils précisent n'avoir jamais constaté de régénérations à proximité des enclos. Pour 15 %, la germination des graines éventuellement contenues dans le fumier de leurs animaux est une observation rare. Ces régénérations ont alors été observées dans les champs des agriculteurs ou dans les propres champs des interrogés. Enfin, 5 % des interrogés n'ont pas d'idée sur la question.

Mais le commentaire le plus original a été donné par 25 % des interrogés pour lesquels la germination des graines n'est pas liée au transit intestinal mais à la rumination des animaux, des bovins en particulier. D'après leurs observations, des graines contenues dans le bol alimentaire lorsqu'il est ruminé sont fréquemment recrachées par l'animal. Ces graines seraient à l'origine des germinations observées dans les champs.

Il reste que la multiplication par voie sexuée de *Faidherbia albida* est un phénomène rarement observé par la majorité des interrogés ou du moins qui dépasse très difficilement le stade de la germination. Certains n'ont d'ailleurs rien observé depuis 15 à 20 ans qu'ils parcourent avec leur bétail les parcs de Watinoma.

D'un autre côté, tous reconnaissent que le bétail fait beaucoup de dégâts aux jeunes pousses, quel que soit l'espèce, comme aux brins de faidherbias conservés par les agriculteurs ou par eux-mêmes. Ce sont principalement les chèvres qui abrutissent les rejets de faidherbias mais les vaches par piétinement en élimineraient beaucoup. Il est de fait très probable que de jeunes semis, plus fragiles que des rejets ou drageons soient ainsi éliminés.

TABEAU 20 : REPONSES DES EXPLOITANTS DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA SUR L'OPPORTUNITE DE CONSERVER OU PLANTER *FAIDHERBIA ALBIDA* OU D'AUTRES ESPECES SUR LEUR PARCELLE

TERROIR	NOMBRE DE LIGNEUX DANS LES PARCELLES DES INTERROGES (% DE REPONSES)				NOMBRE DE FAIDHERBIAS DANS LES PARCELLES DES INTERROGES (% DE REPONSES)				INTENTION DE CONSERVER OU PLANTER LES PROCHAINES ANNEES (% DE REPONSES)
	Sites	Tous parcs	HV	BV	Sites	Tous parcs	HV	BV	
WATINOMA	Trop	0	0	0	Trop	0	0	0	- des faidherbias : 78 - d'autres espèces ¹ : 20
	Assez	48	26	65	Assez	18	24	21	
	Pas	52	74	35	Pas	80	76	79	
	assez				assez				
DOSSI	Non questionné				Trop : 0 Suffisamment : 50 Pas assez : 50				- des manguiers : 46 - d'autres espèces : 8

HV = Hauts de versant

BV = Bas de versant et bas-fonds

⁽¹⁾ = Manguiers et nimes (*Azadirachta indica*) et dans une moindre proportion : *Eucalyptus camaldulensis*, *Butyrospermum paradoxum*, *Acacia nilotica adansonii* et des espèces, non précisées, pour constituer des haies vives défensives.

Sources : Enquêtes agroforestières réalisées auprès de 50 exploitants agricoles à Watinoma et 50 à Dossi.

TABEAU 21 : IMPORTANCE COMPAREE DE L'EMONDAGE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* PAR LES EXPLOITANTS MOOSÉS ET PEULS SUR LES DIFFERENTS SITES DE WATINOMA

REPOUNDANTS	NOMBRE D'EXPLOITANTS PRATIQUANT L'EMONDAGE (%)		NOMBRE D'ARBRES EMONDES/SAISON /EXPLOITANT (%)		FREQUENCE DE COUPE DES ARBRES/SAISON (%)	INTENSITE DE COUPE DES ARBRES ⁽¹⁾ (%)
Agriculteurs moosés de Watinoma	Tous parcs :	43	< 5 :	65	1 fois :	76
	Hauts versants :	56	5 à 10 :	30	2 fois :	2
	Bas versants :	36	10 à 20 :	5	3 fois :	22
Agro-pasteurs peuls de Watinoma	Tous parcs ⁽¹⁾ :	100	< 5 :	5		
	Hauts de versants ⁽²⁾ :	7	10-20 :	20	1 fois :	5
	Bas de versants ⁽²⁾ :	90	20-50 :	30	2 fois :	85
	et bas-fonds		50-100 :	45	3 fois et plus :	10
						Faible : 0 Moyenne : 7 Forte : 93
						Faible : 20 Moyenne : 75 Forte : 5

(1) Réponse donnée par les Peuls

(2) Réponse donnée par les agriculteurs moosés

(3) Intensité
- Faible : < 25 % du houppier
- Moyenne : 25 à 50 % du houppier
- Forte : > 50 % du houppier

Sources : Enquêtes agroforestières réalisées auprès de 50 exploitants agricoles moosés et 20 agropasteurs peuls.

6.2.2. Collecte des fruits et du bois, émondage et écorçage de *Faidherbia albida*

6.2.2.1. Droits et modes d'exploitation

Faidherbia albida, tant à Dossi qu'à Watinoma, ne fait pas l'objet d'un droit d'exploitation liant en particulier le (s) produit (s) à la propriété de l'arbre ni n'apparaît obliger à des dûs ou compensations quiconque veut exploiter l'espèce .

L'exploitation des arbres à des fins fourragères (feuilles et fruits) ou médicinales (écorces) est accessible à tous, sans condition, selon 90 à 85 % des interrogés du parc à faidherbias de Dossi.

Mais à Watinoma où l'exploitation des arbres est plus intense, surtout du fait de la concurrence qu'exercent les Peuls, les réponses sont plus exclusives :

- pour 23 % des exploitants, l'émondage de leurs arbres ne peut être fait que par eux-mêmes ou leur famille ;

- l'émondage des arbres par les Peuls n'est accepté que par 60 % des interrogés qui, d'une façon générale, l'accordent aux gens de "l'extérieur". L'émondage est en principe conditionné par un accord préalable (57 % des interrogés). Malgré cela, un petit nombre d'exploitants agricoles parlent de vols de bois ou de coupes illicites de leurs arbres sur les parcs bordant les bas-fonds où résident les Peuls. Là seuls 44 % des exploitants moosés laissent aux Peuls toute liberté d'exploitation de leurs faidherbias. Mais dans les faits, les Peuls émondent les arbres qu'ils veulent et c'est la réponse que 90 % d'entre eux donnent. Sur les 10 % restant, 5 évoquent les conflits avec les agriculteurs et les 5 autres avec les forestiers qui tentent de soumettre les coupes -du moins les plus excessives- à un contrôle.

Dans tous les cas, l'exploitation des faidherbias par autrui ne vaut que pour l'émondage et l'écorçage et non pour la coupe totale de l'arbre, décision qui relève du seul propriétaire de l'arbre.

6.2.2.2. Ramassage et gaulage des fruits

A Dossi, au cours de la saison sèche, tous les troupeaux conduits par les enfants des exploitants consomment les fruits tombés des arbres, au gré de leurs déplacements à travers le parc et en fonction des émondages pratiqués pour leur affouragement. Les fruits sont parfois collectés par les enfants qui les vendent 50 à 100 F CFA la demi-tine⁹. Cette collecte est généralement faite par les enfants des familles qui n'ont pas de boeufs le labour à nourrir.

⁹Une tine équivaut à 20 litres.

A Watinoma, le gaulage des fruits ou le simple ramassage des fruits au sol est cité par 54 % des exploitants qui précisent que ce travail est souvent fait par leurs enfants, plus habiles à monter dans les arbres pour émonder à la machette les houppiers. Les fruits sont parfois collectés et stockés pour l'alimentation du bétail, sous réserve que la production de fruits soit abondante ce qui fut rarement le cas pour l'ensemble des semenciers ces dernières années. Le gaulage et le ramassage des fruits sont plus fréquents sur les parcs de hauts de versant, proches des habitations et des enclos qu'en bas de versant (71 % contre 46 %). Sur ces derniers sites, l'omniprésence du bétail peut limiter la disponibilité en fruits pour les troupeaux des agriculteurs.

6.2.2.3. L'émondage et ses effets sur les productions de l'arbre

*** Intensité et fréquence de l'émondage**

A Watinoma, l'émondage des faidherbias des parcs est pratiqué par tous les Peuls qui tous ont du bétail. Chez les agriculteurs moosés, 37 % émondent leurs propres arbres (cf. **photographie 43**) mais 43 % émondent à la fois leurs arbres et les arbres d'autrui, sans conditions.

A Dossi, le taux d'émondage est comparable bien que la question ait été répondue quelque peu différemment : 37 % des interrogés mentionnent que les arbres de leurs champs ont été émondés à des fins fourragères, s'agissant d'eux-mêmes, des membres de leur famille ou d'autrui (cf. **photographie 37**).

75 % des Peuls émondent de 20 à 100 faidherbias par saison, les arbres les plus grands et les plus feuillés étant les plus recherchés (cf. **tableau 21**). Si la plupart des interrogés disent émonder faiblement à modérément les faidherbias, l'observation sur le terrain montre qu'un grand nombre d'arbres est fortement à très fortement émondé (cf. **photographies 38 et 42**).

En fait, la contradiction n'est qu'apparente tenant à la conjugaison de deux facteurs :

- les coupes sont en moyenne appliquées 2 fois sur chaque arbre par saison. Mais ce qui reste d'un émondage modéré sera prélevé par un autre exploitant, l'émondage devenant alors total en 2 à 3 prélèvements ;
- la pression, déjà forte entre exploitants peuls, est renforcée par l'émondage que pratiquent les agriculteurs qui sont 31 % à émonder leurs arbres sur les parcs de bas de versants et de bas fonds, zones de prédilection des éleveurs peuls. Bien que les agriculteurs émondent moins fréquemment que les Peuls -en moyenne une fois par saison et seulement quelques arbres- l'émondage est presque toujours fortement appliqué par ceux-ci.

En définitive, *Faidherbia albida*, espèce fourragère la plus importante pour les deux communautés de Watinoma est surexploitée. Elle l'est sensiblement moins sur les sites de hauts de versant où interviennent majoritairement les agriculteurs moosés (soit 48 % des exploitants agricoles auxquels s'ajoutent 7 % des Peuls qui n'émondent les arbres qu'en marge des parcs de ces sites).

*** Sources de variation de la valeur nutritive et de la productivité des fruits et des feuilles de *Faidherbia albida* à Watinoma**

Pour plus du tiers des Peuls interrogés, tous les fruits et toutes les feuilles se valent, sur un plan nutritif.

Mais pour 50 %, "les fruits rouges sont meilleurs que les fruits jaunes", l'appréciation traduisant le fait que ceux-ci sont plus appréciés par le bétail.

Les arbres de hauts de versant seraient meilleurs producteurs de fruits que ceux de bas de versant, eux-mêmes meilleurs que ceux de bas-fonds. Les productions seraient toutes potentiellement bonnes sur les sols secs alors qu'elles seraient faibles à modérées sur les autres sites. "L'excès d'eau nuit à la production de gousses", précisent certains interrogés à propos des arbres de bas-fonds.

Pour tous, la production de fruits est très irrégulière, et imprévisible. La productivité serait liée, par ordre d'importance :

- au facteur émondage (pour 100 % des interrogés). Les coupes fortes et/ou tardives dans la saison nuisent à la production fruitière de l'année suivante. Inversement, une coupe de début de saison, si elle est modérée, améliorera la production ou du moins ne la contraindra guère. La coupe appliquée en milieu de saison sur les rameaux en fleurs est évidemment rédhibitoire pour la production de fruits. Mais un arbre qui n'a pas été émondé depuis des années aura une très faible production fruitière, de l'avis de quelques interrogés ;
- aux facteurs climatiques (pour 40 % des interrogés). Une bonne pluviométrie, selon certains, et un froid marqué en début de saison sèche, pour d'autres, favoriseraient la production fruitière. Par contre, le vent et les pluies tardives seraient à l'origine de faibles productions du fait qu'ils affectent la floraison ;
- enfin, aux attaques d'insectes, prédateurs, en particulier, des fruits au stade juvénile.

Pour ce qui concerne la production feuillée de *Faidherbia albida*, 30 % des interrogés tiennent les arbres inermes ou peu épineux comme les meilleurs pour leur bétail. Ces arbres sont plus fréquents en bas-fonds que sur les hauts de versant, marqués du caractère xérique. Ils sont naturellement mieux appréciés bien que les épines ne constituent pas un obstacle majeur pour les animaux, surtout en période de soudure. 15 % des interrogés disent que les vieux arbres ont des feuillages plus nourrissants que les jeunes. L'appréciation paraît cependant associée à l'aspect quantitatif de la production fourragère et, selon nos propres observations, au caractère inerme que présentent fréquemment les gros arbres de bas-fonds.

En fin de compte, les facteurs site et individu n'ont pas été donnés comme des critères vraiment discriminants pour expliquer les variations quantitatives ou qualitatives de la biomasse feuillée. Pour les interrogés, celles-ci ont pour cause essentielle les excès de l'émondage dont les principaux effets cités sont les suivants :

- les coupes fortes répétées affaiblissent l'arbre mais, inversement, un arbre qui ne serait pas émondé plusieurs années successives dépérirait ou, pour le moins, aurait une médiocre production feuillée, à l'instar de ce qui est mentionné pour la production fruitière ;
- pour presque tous les interrogés, *Faidherbia albida* supporte très bien un émondage chaque année, tant qu'il reste modéré, (prélèvement de moins de 50 % du houppier) et une coupe forte, tous les deux ans, précisent certains.

Enfin, un quart des interrogés mentionne que les feuilles de *Faidherbia albida* de Watinoma sont assez salées pour satisfaire les besoins en sel des animaux.

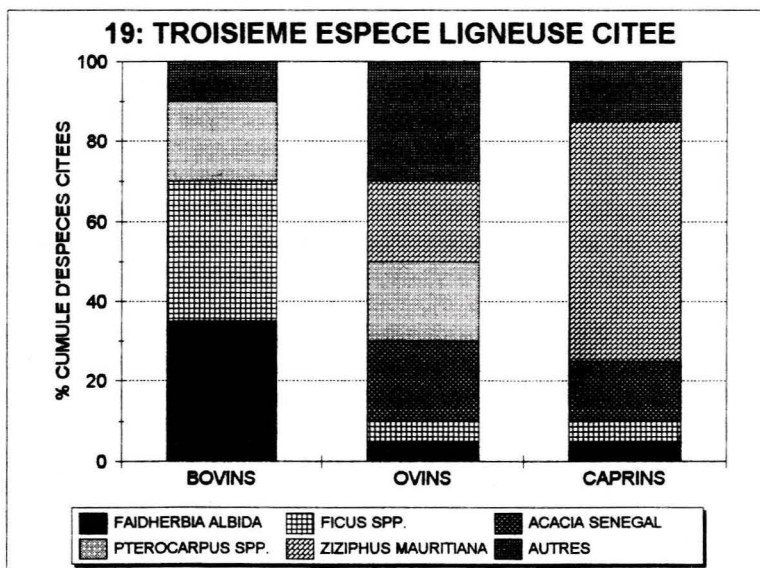
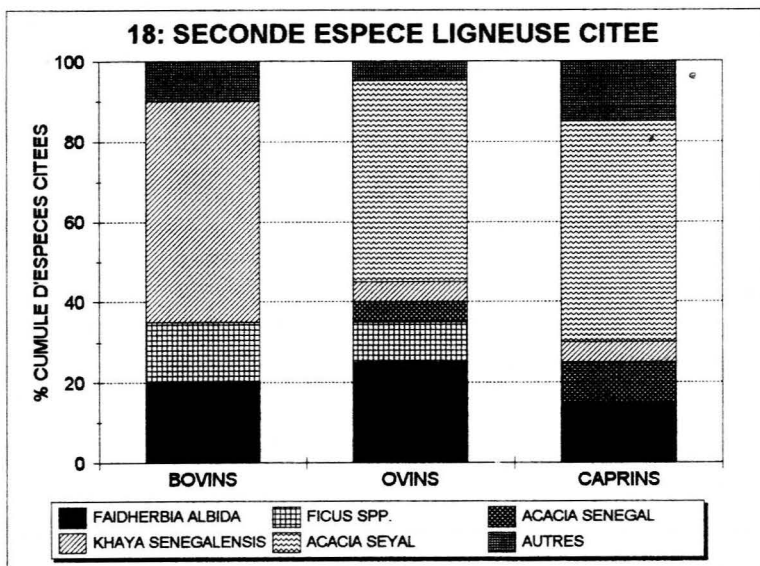
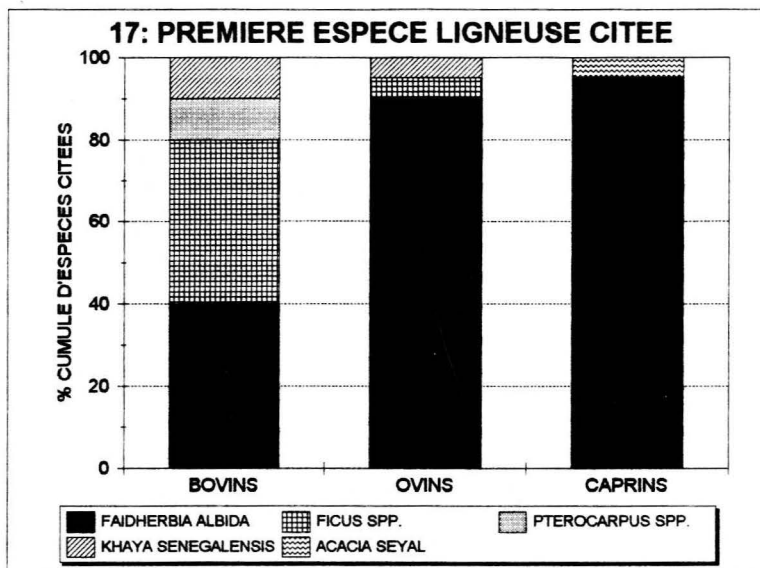
*** Feuilles et fruits : les consommateurs et les usages autres que fourragers**

Aux Peuls qui ont le plus de bétail, ayant tous à la fois des bovins, des ovins et des caprins, la question de savoir quels animaux consommaient préférentiellement les émondes et les fruits de *Faidherbia albida* a été posée.

Pour plus de 85 % des Peuls interrogés, *Faidherbia albida* est la première espèce ligneuse fourragère pour leurs chèvres et leurs moutons (cf. graphiques 17, 18 et 19). Mais l'espèce tient une moindre place dans l'alimentation de leurs bovins puisqu'elle ne représente que 40 % des ligneux fourragers cités. D'autres arbres fourragers tiennent une place équivalente (*Ficus spp.* et en particulier *Ficus gnaphalocarpa*) et même plus importante en seconde ou troisième espèce citée (*Khaya senegalensis*).

On retrouve la même distribution au niveau des organes consommés (cf. graphique 20). Les caprins sont les premiers consommateurs de feuilles (55 %) et surtout de fruits (75 %). Les bovins sont classés en dernier rang d'importance bien que tous soient des consommateurs de feuilles et de fruits de *Faidherbia albida*. Les ovins occupent une position intermédiaire. Il convient de rappeler ici que les petits ruminants des Peuls sont près de quatre fois plus nombreux que leurs bovins.

GRAPHIQUES 17 , 18 ET 19: PLACE DE FAIDHERBIA ALBIDA ET DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES FOURRAGERES CONSOMMEES PAR LE BETAIL DES ELEVEURS PEULS DE WATINOMA



Quant aux agriculteurs moosés de Watinoma, qui possèdent du bétail, une large majorité considère que les fruits de *Faidherbia albida* ont une plus grande importance fourragère que les feuilles, dans les proportions suivantes : 83 % pour les bovins, 85 % pour les ovins et 86 % pour les caprins. A la différence des Peuls, les agriculteurs ne pratiquent pas tous l'émondage et l'appliquent moins souvent sur *faidherbia*. Ceci explique que les fruits tiennent une telle importance. Si les petits ruminants des agriculteurs consomment un peu plus de fruits que les bovins, la différence n'est guère sensible, ce qui semble logique puisque les effectifs en bovins, caprins et ovins sont peu différents.

A Dossi, où les exploitants ont plus de bovins que de petit bétail, les émondes et les fruits des *faidherbias* leur sont principalement destinés.

Mais les fruits peuvent être transformés en potasse pour faire des savons, le fond des sauces ou encore être mélangés au tabac à priser. Ce sont généralement les vieilles femmes qui ramassent les gousses et les brûlent. La pratique n'existe pas à Watinoma où les fructifications sont beaucoup moins généreuses et les ressources fourragères insuffisantes.

*** Evaluation quantitative et qualitative de la production feuillée par les Peuls**

Les Peuls qui sont les principaux exploitants de *Faidherbia albida* à des fins fourragères, ont été questionnés en profondeur sur le sujet. Ils ont fourni des réponses précises sur l'évolution qualitative et quantitative de la biomasse feuillée au cours de la saison, démontrant leur connaissance de l'espèce et de son aménagement.

A la question groupée demandant aux Peuls à quelle période le feuillage de *Faidherbia albida* était le plus productif, le plus nourrissant et le plus nécessaire pour le bétail, les réponses, figurées au **graphique 21**, montrent à la fois le recoupement des périodes et le décalage entre ce qui est quantitativement et qualitativement produit et ce qui est nécessaire :

- de novembre à janvier, les *faidherbias* sont en pleine croissance (débourrement, allongement des rameaux), mais l'émondage est très limité car les besoins fourragers sont alors satisfaits ;
- en janvier, les rameaux, en pleine feuillaison, sont les plus nourrissants. C'est à cette période que commence l'émondage alors que les résidus de culture ont été enlevés, consommés ou piétinés par le bétail ;
- janvier et février constituent les maxima de la production feuillée. Les émondages s'intensifient. Au delà de cette période, les feuillages sont de moins en moins productifs et de moins en moins nourrissants ;

- mars, et, dans une moindre mesure, avril, sont les mois d'émondage les plus nécessaires à l'affouragement du bétail. En cette fin de saison sèche, où les émondages sont très forts et souvent répétés sur les mêmes arbres, l'écart se creuse entre ce qui est nécessaire et ce qui est quantitativement et qualitativement produit. La production feuillée qui baisse de mois en mois est cependant relevée par les repousses issues des premiers émondages de saison.

6.2.2.4. Ecorçage et usages médicinaux

Les écorces de *Faidherbia albida* sont prélevées afin de préparer, en une décoction mélangée à du sucre, un sirop anti-tussif (cf. **photographie 46**). C'est une pratique commune à tous les exploitants des parcs à *Faidherbia albida* et la plupart des arbres adultes portent des marques plus ou moins récentes d'écorçage. La pratique de l'écorçage comme celle de l'émondage a fait l'objet d'un suivi dont les résultats sont présentés dans la partie V qui fait une évaluation du fonctionnement des parcs.

A Watinoma, l'écorçage des faidherbias est couramment pratiqué par 40 % des exploitants ; il l'est plus sur les parcs de hauts de versant, proches des habitations, que sur ceux plus éloignés de bas de versants (48 contre 35 %). Les Peuls quant à eux en font un usage plus large puisque 85 % des interrogés mentionnent l'écorçage.

A Dossi, seuls 33 % des exploitants mentionnent l'écorçage de *Faidherbia albida* à des fins d'usage médicamenteux. L'écorce est parfois prélevée et consommée directement étant alors machée.

Outre l'écorce, la sève et la racine du faidherbia ont des usages en médecine traditionnelle. La sève calme la toux des chèvres (Dossi). La racine, prise en décoction, soulagerait les maux de ventre (Watinoma).

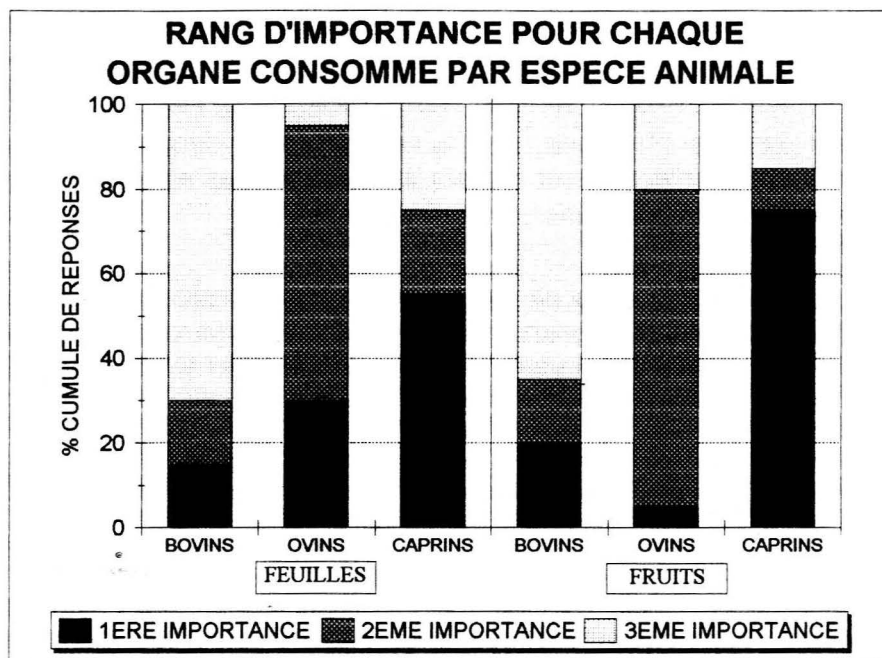
6.2.2.5. L'exploitation du bois

Quelque soit le terroir ou le site, rares sont les faidherbias abattus pour leur bois.

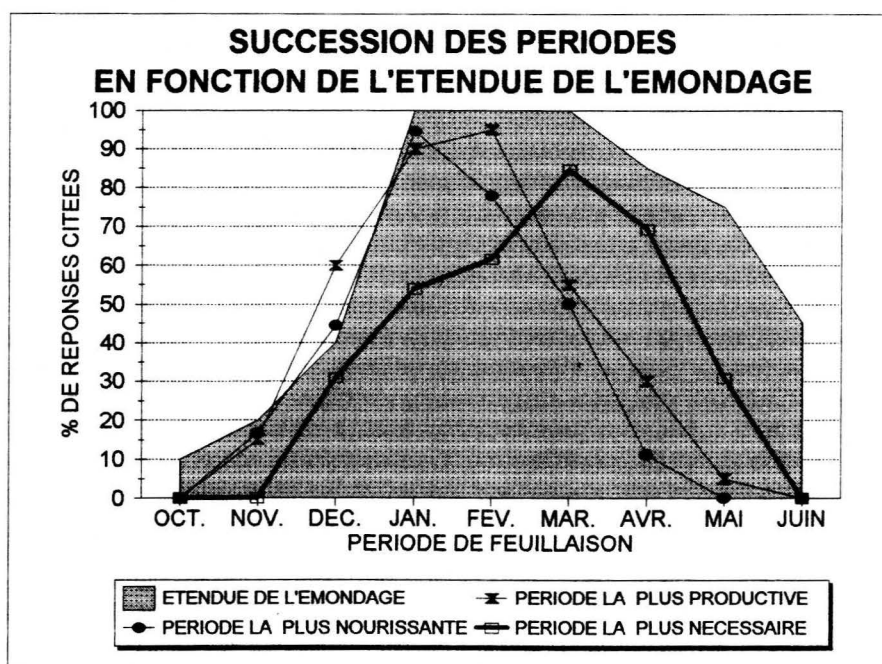
A Watinoma, où les ressources ligneuses sont plus rares qu'à Dossi, 12 % des interrogés exploitent *Faidherbia albida* pour son bois. Mais cette exploitation du bois est essentiellement liée à l'émondage qui peut être plus ou moins fort selon les besoins en fourrage du moment (cf. **photographies 39 et 42**).

A Dossi, l'exploitation du bois de faidherbia ne concerne que quelques % des interrogés. Il est principalement utilisé en artisanat. L'usage le plus courant du bois du faidherbia est le façonnage d'échelles traditionnelles pour grimper sur le toit des cases (cf. **photographie 47**). On choisit alors de jeunes adultes (20 à 30 cm de diamètre) débités jusqu'à la première fourche et dans le tronc desquels on fait des encoches. On fabrique également des tabourets et des mangeoires à bétail (les gros troncs au cœur chancreux s'y prêtent bien). C'est en construction que le bois du faidherbia est le moins utilisé. Quelques exploitants de Watinoma ont mentionné son usage, occasionnel, dans la réalisation des toitures (poutres).

GRAPHIQUE 20: IMPORTANCE FOURRAGERE DES FEUILLES ET FRUITS DE FAIDHERBIA ALBIDA POUR LE BETAIL DES ELEVEURS PEULS DE WATINOMA



GRAPHIQUE 21: EVALUATION PAR LES PEULS DE WATINOMA DES PERIODES DE PRODUCTION FEUILLEE DE FAIDHERBIA ALBIDA LES PLUS NOURISSANTE, PRODUCTIVE ET NECESSAIRE



Dans tous les cas, le bois, qu'il soit de feu ou de construction, ne se vend pas. Les gros bois peuvent être acquis sous réserve d'en faire la demande au propriétaire (abattage d'un arbre) alors que la collecte des bois d'émondage, comme l'émondage lui-même n'est généralement pas conditionnée par une autorisation ou entente préalable.

Les plus grands utilisateurs de bois de l'espèce sont à nouveau les Peuls qui à Watinoma sont respectivement 85 % et 100 % à utiliser le bois provenant des émondages soit en bois de feu, soit en bois de service. Les branches sont fréquemment utilisées dans la construction des cases, en poutrelles légères, en poteaux de hangar ou encore en enclos. Les branchages épineux sont également utilisés à Dossi par les agriculteurs qui ceignent et couvrent leurs pépinières de légumes.

Enfin, nous mentionnerons ici que 40 % des Peuls exploitent le bois de leurs propres *faidherbias* qu'il ont conservés sur leurs champs en marge des parcs étudiés. Cette exploitation qui résulte de l'émondage reste modeste étant donné l'effectif limité de leurs arbres.

6.3. EVALUATION DE L'EFFET DE FAIDHERBIA SUR LES CULTURES ET LES SOLS PAR LES EXPLOITANTS DES PARCS

Faidherbia albida étant sur les deux terroirs avant tout conservé pour son rôle d'amélioration ou de maintien de la fertilité des sols, il importait de reconnaître auprès des exploitants les effets de l'arbre en fonction des cultures associées et de la dimension des *faidherbias*.

Le **tableau 22** donne les réponses suivantes à ces questions :

- Pour l'ensemble des exploitants, les grands arbres ont véritablement un effet positif sur les cultures. Inversement, les petits arbres n'en ont pas ou peu ;

- On observe cependant un décalage important entre les réponses citées à Watinoma et à Dossi : sur ce dernier terroir, même les plus grands arbres n'ont pas tous d'effet marqué d'amélioration (31 %), bien que dans l'ensemble les arbres y soient plus grands qu'à Watinoma. A Watinoma, même les plus petits arbres ont pour 40 % des interrogés des effets au moins modérés d'amélioration des sols et du rendement des cultures.

Ces résultats ne sont évidemment pas étrangers aux conditions pédologiques fort différentes d'un terroir à l'autre. Les sols de Watinoma ont une médiocre fertilité chimique alors que sur la majeure partie du parc de Dossi, la décomposition du substratum basique a donné naissance à des sols chimiquement riches qui sont en outre pour la plupart relativement profonds et bien alimentés en eau. Dans de telles conditions, l'effet des *faidherbias* peut apparaître atténué. C'est d'ailleurs ce qui ressort à Watinoma à l'échelle des sites : sur hauts de versants, les petits arbres ont un effet moyen pour 52 % des interrogés et sont sans effet pour 38 %. Sur bas de versants et bas-fonds, aux sols de meilleure fertilité et mieux alimentés en eau, 81 % des interrogés mentionnent que les petits arbres sont sans effet sur leur sol et les cultures. La différence d'effet des petits arbres correspond à celle faite par les exploitants sur l'évaluation de la fertilité de leurs sols : bonne pour 64 % sur hauts de versant contre 88 % d'entre eux sur bas de versants et bas-fonds.

TABLEAU 22 : EVALUATION DE L'EFFET AMELIORATEUR DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LE SOL ET LES CULTURES PAR LES EXPLOITANTS AGRICOLES DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIR	EFFET DE L'ARBRE SELON SA DIMENSION (% DE REPONSES CITEES)				CULTURES REpondant LE MIEUX A L'EFFET DE L'ARBRE PAR RANG D'IMPORTANCE					CULTURES LES MOINS BIEN VENANTES SOUS L'ARBRE			
	Effet	Grand	Moyen	Petit	Rang	Cultures (% de réponses citées)				Rang	Cultures (% de réponses citées)		
DOSSI	Très marqué	69	non	2	1ère citée :	Maïs : 82	Coton : 10	Sorgho : 8	-	1ère citée :	Aucune 71	Arachide : 24	Niébé 4
	Moyen	31	questionné	4	2ème citée :	Sorgho : 78	Maïs : 12	Coton : 4	Arachide : 2	2ème citée :	Aucune 100	-	Autre : 1
	Sans	0	-	94									
WATINOMA	Très marqué	97	7	2	1ère citée :	Sorgho : 80	Mil : 6	Coton : 5	Maïs : 4	1ère citée :	Aucune 84	Mil : 10	Sorgho 3
	Moyen	3	92	38	2ème citée :	Mil : 32	Sorgho : 18	Coton : 11	Aubergine. : 6	2ème citée :	Aucune 100	-	Tabac : 2
	Sans	0	1	60									Autre : 2

Sources : Enquêtes agroforestières réalisées auprès de 50 exploitants à Dossi et 100 exploitants à Watinoma.

Les cultures citées qui répondent le mieux à l'effet de l'arbre ou sous lequel les exploitants ont constaté les meilleurs rendements renvoient bien évidemment aux cultures dominantes des parcs, les céréales.

Ce sont en premier rang le maïs à Dossi et le sorgho à Watinoma et, en deuxième rang, respectivement, le sorgho et le mil.

On note que le coton, assez peu cultivé sur les différents parcs, est mentionné dans tous les cas. Par ailleurs, la culture de l'aubergine (et du piment) qui occupe de très petites surfaces, disposées sous le houppier des faidherbias, est à Watinoma mentionnée.

Si les légumineuses, arachide et niébé, sont à Dossi les cultures les moins bien venantes sous faidherbia, elles sont à peine mentionnées à Watinoma. Mais la part des cultures citées doit être relativisée par le fait que pour 71 % des exploitants à Dossi et 84 % à Watinoma, aucune culture ne se développe mal sous *Faidherbia albida* ou produit moins bien qu'ailleurs. Ceci n'est pas le cas pour les autres espèces du parc tels que le karité (*Butyrospermum paradoxum*) ou le néré (*Parkia biglobosa*).

C'est donc un constat tout à fait précis et cohérent de l'effet positif de l'arbre qui a été enregistré auprès des exploitants agricoles des parcs de Dossi et de Watinoma. Sur la question de savoir quelle était la part de l'arbre et celle d'autres facteurs dans l'amélioration du sol et du rendement des cultures, question abordée à travers des discussions informelles, deux types de réponse ont été spontanément donnés.

Pour une partie des exploitants, l'arbre par sa litière feuillée fournit un mulch, incorporable au sol dès le début de la saison ce qui contribue à retenir l'eau. Le fait que l'arbre soit généralement défeuillé au cours de la saison des pluies est par beaucoup cité comme un avantage pour le bon développement des cultures associées et leur fructification. L'ombre des nombreux faidherbias émondés en fin de saison sèche à Watinoma, arbres qui se refeuillent jusqu'au milieu de la saison des pluies, n'a pas été considérée par les interrogés comme une gêne déterminante pour le développement de leurs cultures.

Mais pour plusieurs exploitants, le rôle améliorateur de la fertilité des sols des faidherbias est lié au bétail qui stationne sous leur houppier. Comme celui-ci consomme des fruits et des émondes ou se repose à l'ombre de l'arbre, il fume plus abondamment le sol sous l'arbre qu'ailleurs. Tant pour les effets de l'émondage sur la phénologie de l'espèce que pour l'évaluation du fumier, nous avons vérifié et quantifié ultérieurement les informations des exploitants par un suivi et des mesures de terrain (cf. parties IV et V).

Enfin, aux Peuls qui ne sont pas des exploitants agricoles des parcs étudiés mais associent cependant dans leurs champs *Faidherbia albida* à des cultures de mil et de sorgho, trois questions relatives à l'espèce à ses associations leurs ont été posées, complétant la série de questions demandées aux agriculteurs moosés.

50 % des interrogés disent avoir conservé en moyenne 3 à 6 pieds de faidherbias dans leurs champs. Si les autres n'en ont pas, c'est qu'il n'en pousse pas.

Pour ceux qui ont des faidherbias dans leurs champs, les rôles fourrager et d'amélioration de la fertilité des sols ont une importance comparable, de premier ordre.

De l'avis de 90 % des interrogés, l'émondage des faidherbias n'a pas d'effet sur le rendement des cultures associées. Pour les autres, les opinions divergent : d'un côté, la réduction du houppier est considérée comme nécessaire pour réduire l'ombre et l'excès d'humidité néfastes aux cultures ; d'un autre, la réduction du houppier de l'arbre se traduirait par une baisse du rendement du mil.

En fait, la contradiction est vraisemblablement liée au fait que les arbres fortement émondés, et tardivement dans la saison, se refeuillent en saison des pluies, concurrençant alors les cultures associées. La plus ou moins grande réduction de la surface du houppier et la vigueur de l'arbre à reconstituer celui-ci sont certainement des sources de variation importantes, dans l'évolution des effets de concurrence mentionnés. On peut également concevoir que toute exportation de biomasse fourragère est autant de matière organique en moins pour le sol. Mais l'émondage des faidherbias induit le stationnement du bétail qui restitue au sol, *in situ*, une partie de ce qu'il prélève.

Un dernier point mérite d'être mentionné qui concerne les inconvénients de l'espèce. Ces inconvénients sont indirects et n'ont été cités que par quelques exploitants des parcs de Watinoma. Il s'agit en premier lieu de l'effet "nichoir" de l'arbre qui concentrerait plus que d'autres arbres les oiseaux ravageurs du mil et du sorgho. L'autre aspect concerne les rameaux épineux laissés au sol après émondage qui obligent les agriculteurs à faire un nettoyage soigné de leurs champs et peuvent les blesser. S'agissant d'un reproche adressé aux Peuls, l'inconvénient cité n'est pas tout à fait objectif car en fait le brulis des résidus, lors de la préparation des sols, résoud le problème. Il fournit en plus des cendres fertilisantes.

6.4. CONCLUSION

Si à Dossi comme à Watinoma, *Faidherbia albida* est sur les parcs qu'il constitue, très logiquement l'espèce la plus importante pour les exploitants, des différences majeures relativisent sa place et ses usages.

Seule la production fourragère intéresse les Peuls qui à Watinoma en sont les principaux bénéficiaires. Ils le sont également pour le bois. L'amélioration de la fertilité des sols est la première fonction de l'espèce, citée par ces agriculteurs des deux terroirs, mais à Watinoma, son importance n'est pas exclusive de la diversité des produits et services fournis par les nombreux autres ligneux associés au faidherbia. La même tendance s'inscrit dans les pratiques de conservation de la ressource ligneuse : diversification des parcs à faidherbia de Watinoma, consolidée par le développement de plantation à base de nime (*Azadirachta indica*) alors qu'à Dossi, à une échelle plus modeste, le manguier est l'espèce la plus plantée.

L'élimination de la régénération de faidherbias est une pratique commune à tous les exploitants des parcs mais celle d'arbres adultes est beaucoup plus étendue à Dossi, qu'à Watinoma, qu'il s'agisse d'arbres sénescents ou de plus jeunes sujets prélevés au sein d'un effectif important mais au renouvellement incertain.

Par contre, à Watinoma, il ressort des enquêtes que beaucoup de régénérations autrefois conservées par les interrogés constituent aujourd'hui une large part de la population de *faidherbias* des parcs. Ce bilan plutôt positif doit être nuancé par l'expérience des Peuls pour lesquels il n'existe pas de relation déterminante entre le bétail, la consommation de fruits de *faidherbia* et la régénération sexuée de l'espèce ; pour la plupart des interrogés, celle-ci est rarement observée à Watinoma. Ces observations nous ont conduit à poser des hypothèses sur les effets de l'émondage mais aussi du bétail sur la production fruitière et la régénération de l'espèce et à mettre ultérieurement en place des dispositifs expérimentaux et des suivis appropriés.

En matière d'émondage, les Peuls de Watinoma conservent un large savoir-faire mais ils sont aujourd'hui en concurrence avec les agriculteurs qui émondent aussi les *faidherbias* pour leur propre bétail et deviennent de plus en plus restrictifs pour l'exploitation de leurs arbres. Par comparaison, les exploitants de Dossi sont dans une relative situation d'abondance fourragère, quelque soit la saison. Aussi, bien que la période et l'intensité de coupe ait des effets reconnus et maîtrisables sur les productions feuillées et fruitières, la surexploitation des arbres est à Watinoma la règle. En fin de saison sèche, la production feuillée nécessaire à la complémentation fourragère des animaux y est toujours en deça des quantités produites et de la qualité de la biomasse. Les prélèvements excessifs et continus des houppiers hypothèquent à terme la durabilité du système d'exploitation, malgré une excellente aptitude reconnue de l'espèce à supporter de très forts émondages. S'ajoutent à ces effets ceux climatiques et phytosanitaires considérés comme imprédictibles.

L'écorçage des *faidherbias* à des fins médicinales, est couramment pratiqué sur tous les parcs et touche tous les arbres à un moment ou à un autre de leur vie.

Enfin, nos enquêtes ont permis de préciser l'effet de *Faidherbia albida* sur le sol et les cultures associées : les plus grands arbres exercent les effets d'amélioration les plus marqués ; mais ces effets apparaissent à Dossi tempérés par la bonne fertilité des sols. Inversement, à Watinoma, sur les sites les plus ingrats, même les petits arbres peuvent, selon les interrogés, exercer des effets positifs sur le rendement de leurs cultures. Le sorgho et le maïs sont les deux céréales qui répondent le mieux aux effets du *faidherbia* et qui sont logiquement les plus cultivées en association avec l'arbre. Les effets résulteraient à la fois de l'espèce -liés à sa phénologie inverse- et de la fumure laissée par le bétail stationnant sous les arbres.

Mais l'espèce peut avoir des effets dépressifs sur le rendement lorsque les cultures faites sous son houppier sont des légumineuses¹⁰. De fait, peu d'agriculteurs cultivent de l'arachide sous *faidherbia*.

¹⁰ L'effet dépressif de l'arbre sur le rendement de l'arachide a été mesuré expérimentalement par DANCETTE et POULAIN (1966) au Sénégal mais d'autres résultats de l'IRHO (1966) tendent à prouver le contraire. La conviction des exploitants de Watinoma sur cet effet est également déparagée.

**TROISIEME PARTIE :
COMPOSITION FLORISTIQUE,
STRUCTURE DES PARCS A *FAIDHERBIA*
ALBIDA ET CARACTERISTIQUES
MORPHOLOGIQUES DE L'ESPECE**

CHAPITRE 1 : DELIMITATION, REPRESENTATIVITE ET ECHELLE D'ANALYSE DES PEUPELEMENTS ETUDIES

1.1. METHODOLOGIE ET CRITERES D'ETUDE

La délimitation des parcs a été établie sur une reconnaissance totale des faidherbias et des peuplements qu'ils constituent sur chaque terroir. Cette reconnaissance a été initialement exécutée sur le terrain au moyen des photographies aériennes dont nous disposons alors (1981 pour Dossi et 1982 pour Watinoma) et des agrandissements préparés à cet effet.

Par la suite, l'interprétation des couvertures aériennes à haute résolution (1/5000) du terroir de Watinoma et du parc de Dossi a permis d'actualiser et de préciser la délimitation des parcs et de leurs unités.

En dernière étape, les fonds de carte levés sur photographies aériennes ont été digitalisés sur S.I.G.¹ en y incorporant les données d'inventaire. On en a tiré de multiples cartes descriptives et thématiques.

La reconnaissance sur chaque terroir de l'ensemble des faidherbias a conduit à circonscrire les parcs et, en leur sein, à relever les variations de la composition floristique de la structure et de la dynamique des peuplements. Celles-ci ont pu être interprétées à travers l'identification des unités morphopédologiques et du parcellaire offrant des échelles d'analyse indispensables à la compréhension des parcs et de leur fonctionnement.

Le parcellaire a été levé en plein à Watinoma et sur transects à Dossi, la différence de méthode tenant aux surfaces de parcs délimités et au caractère d'homogénéité des peuplements: parc très étendu et plutôt homogène à Dossi, de faible étendue et plutôt hétérogène à Watinoma.

Sur se dernier terroir, la discontinuité des peuplements et leur caractère composite, observables tant sur le plan floristique que structural ont rendu délicate la délimitation et la représentativité des peuplements identifiés. L'importance des variations floristiques et structurales localement observées, tant en marge qu'à l'intérieur des parcs a pu rendre équivoque l'appellation de parc.

En effet, jusqu'à quel degré de dispersion l'espèce constitue t-elle un parc ? A quelle échelle faut-il traiter les discontinuités et les hétérogénéités floristiques ou structurales, qui conduiront à intégrer ou à exclure telle surface d'un parc ?

¹Système d'Information Géographique

Considérant ces questions d'ordre méthodologique, nous avons retenu les critères suivants pour circonscrire et analyser dans leur meilleure compréhension les parcs à *faidherbia* de Dossi et de Watinoma :

- les peuplements ont été identifiés et délimités sur toutes les unités morphopédologiques que l'espèce couvrait, jusque sur les sites où elle se raréfiait. Ainsi, l'interprétation des différences observées d'un peuplement ou d'un site à l'autre a-t-elle pu prendre toute sa valeur, dans les limites d'occupation spatiale de l'espèce. La jachère ou la "brousse" a dans presque tous les cas constitué une délimitation naturelle des parcs à *faidherbia* ;

- au sein des unités morphopédologiques elles-mêmes délimitées et caractérisées, les limites des peuplements identifiés ont été circonscrites aux limites du parcellaire, que les parcelles périphériques contenant les derniers *faidherbias* soient cultivées ou non. ;

- à l'intérieur-même des peuplements alors circonscrits, tous les espaces inexploitablement ou en jachère, avec ou sans *faidherbia*, aussi larges soient-ils ont été pris en compte et différenciés à l'analyse. On leur a superposé la grille du parcellaire afin d'interpréter des différences liées à l'aménagement des arbres et aux conditions de site ;

- pour chaque peuplement et sur chaque parcelle levée, nous avons inventorié toute végétation ligneuse de circonférence > 10 cm, quelque soit sa nature et son état : jachères, alignements et regroupements ne s'apparentant pas nécessairement à un paysage de parc bien que s'y trouvant étroitement associé dans le temps ou dans l'espace.

On a par ailleurs enregistré les différents modes d'aménagement des ligneux et leur état sanitaire.

Finalement, c'est à partir du plus large inventaire possible, qu'on a caractérisé les parcs en termes structural, fonctionnel, et de dynamique.

1.2. DELIMITATION DES PEUPELEMENTS DE DOSSI

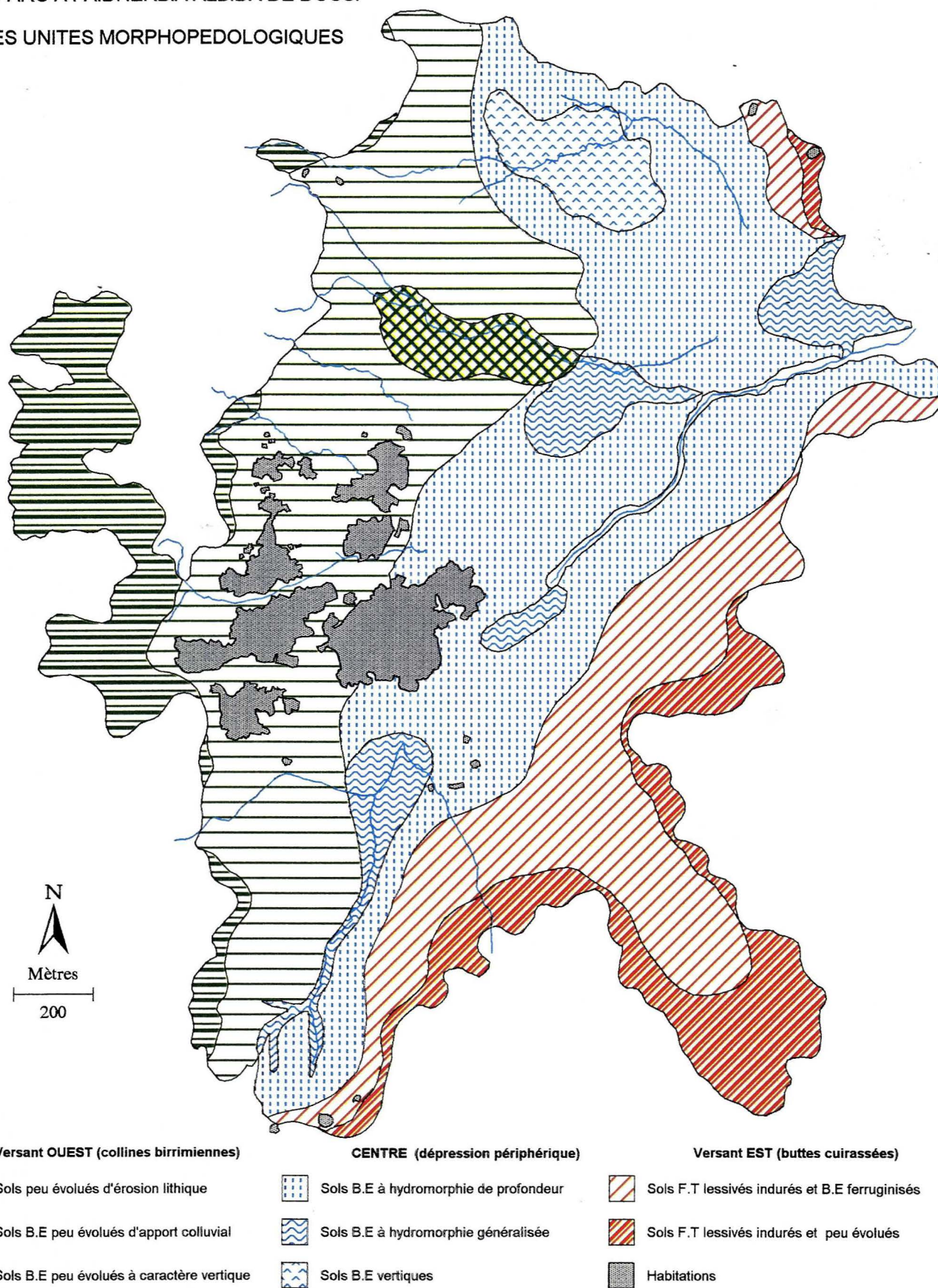
A Dossi, la délimitation des deux peuplements existants a été levée sans difficulté du fait des ensembles unitaires qu'ils constituent, bien distincts ne serait-ce que floristiquement de la végétation environnante (cf. carte 14, partie I).

1.2.1 Le parc de la dépression périphérique et le parc perché

Le parc à *Faidherbia albida* de Dossi, fonctionnel et tel qu'il est reconnu par les villageois eux-mêmes, forme une vaste auréole de jardins et de champs de case centrée sur le village (cf. carte 21). Ce parc s'inscrit dans un ensemble géomorphologique tout à fait particulier constitué, à l'ouest, de l'axe des collines birrimiennes, au centre, de la dépression périphérique qui borde les collines, dépression elle-même délimitée à l'est par un vaste plateau cuirassé plus ou moins échancré. La dépression qui contient plus du tiers de la surface du parc à *faidherbia* est fermée au nord comme au sud par les indentations du plateau qui rejoignent

CARTE 21

LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
LES UNITES MORPHOPEDOLOGIQUES



B.E : Bruns Eutrophes F.T : Ferrugineux Tropicux

CIRAD-Forêt Août 1995

l'axe des collines. Le parc occupe donc ici une large cuvette drainée en son milieu par un long déversoir. Il remonte à l'est le revers du plateau jusqu'à son plus haut niveau de cuirassement et couvre à l'ouest une partie des collines birrimiennes qui le dominent (cf. photographies 1 et 2).

Sur le plan pédologique, la partie centrale où convergent les eaux de ruissellement des versants est et ouest est couverte de sols bruns eutrophes, plus ou moins hydromorphes, et dans tous les cas profonds à très profonds et fertiles (cf. tableau 23-1). Le versant est, par contraste, tranche par son caractère presque xérique, au moins sur le haut du versant où la cuirasse affleure. Les sols peu à moyennement profonds y sont ferrugineux indurés ou ferruginisés et représentent un quart de la surface du parc. Le versant ouest quant à lui couvre une surface équivalente à celle du centre. Il comprend, d'une part, des sols bruns eutrophes d'apport colluvial ou peu évolués, moyennement profonds, et au delà du versant, dans les collines, des sols plus superficiels, généralement peu évolués d'érosion lithique.

Si la partie centrale et les versants de la dépression délimitent bien le parc formant un peuplement continu, il en va autrement du peuplement qui prolonge le parc au coeur des collines, parc que nous avons qualifié de perché.

Ce parc perché montre d'importantes discontinuités liées au compartimentage du relief aux pentes fortes, séparées de vallées ou ravines encaissées. Mais la forte dispersion des faidherbias observée par endroits tout comme l'intrusion d'une végétation de jachère sont les signes manifestes de la régression de ce peuplement. L'absence d'entretien des terrasses qui couvrent encore l'ensemble des versants et la marque des feux de brousse sur les champs abandonnés confirment la marginalisation du parc perché.

De fait, sa délimitation est apparue plus délicate à tracer ici qu'ailleurs et cela d'autant plus qu'au cours des années de suivi du parc, des terrains furent alternativement remis en cultures quand d'autres étaient abandonnés. S'est alors posée la question de savoir dans quelle mesure la végétation ligneuse de ces espaces faisant partie intégrante du parc et à quel stade ceux-ci s'apparentaient plus à une jachère qu'au parc à faidherbia.

Ailleurs, en aval de cette unité, le parc montre une limite nette sur ses marges. Au parc à faidherbia succèdent avec peu de transition, au nord et au sud-est, des parcs à karité (*Butyrospermum paradoxum*) et à néré (*Parkia biglobosa*). Ils occupent les plus larges ruptures de pente sur lesquelles apparaissent des jachères.

Au sud du parc, le front de la cuirasse qui forme un escarpement abrupt constitue une limite naturelle du parc encore que quelques faidherbias aient réussi à s'installer sur le haut de la cuirasse fissurée qui porte quelques champs.

Au nord-est du parc, la limite est constituée de l'élargissement du drain central bordé d'une végétation ripicole et, au delà, de terres saisonnièrement engorgées et inexploitées.

Enfin, à l'ouest, hormis l'extension du faidherbia en un parc perché, l'espèce trouve sa limite à mi-pente des collines birrimiennes. Là, les derniers arbres se dispersent sur les plus hautes terrasses qui y sont aménagées.

En haut des versants, succède au parc une formation mixte graminéenne et arbustive claire qui laisse entrevoir par endroits d'anciennes terrasses, témoins d'un parc autrefois plus étendu. C'est ce que confirment les anciens du village.

1.2.2. Le parc abandonné

Ainsi que nous l'avons précédemment mentionné², avant que le village actuel de Dossi ne soit bâti, un village initial constitué des premières familles arrivées sur les lieux s'était développé. Avant que le premier village ne soit abandonné à une époque lointaine et ignorée même des plus vieux villageois, la communauté d'alors avait construit autour de celui-ci un parc à faidherbia, aménagé et renouvelé au cours des générations successives d'exploitants.

Gagné par la jachère puis remis en culture par endroits à une date récente, ce parc, en majeure partie abandonné, s'est avéré difficile à délimiter avec précision. Aussi, dans la mesure où sur le plan fonctionnel ce parc est aujourd'hui marginal, il n'a pas été retenu dans notre étude. On s'est contenté d'en faire une délimitation globale assortie d'un inventaire dendrométrique exhaustif des faidherbias (cf. annexe 6).

TABEAU 23 : DISTRIBUTION DES SURFACES PAR UNITES TOPOGRAPHIQUES ET ASSOCIATIONS DE SOLS CORRESPONDANTES SUR LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA

23.1 DOSSI

UNITES TOPOGRAPHIQUES	HA : %	ASSOCIATIONS DE SOLS	HA : %
1. VERSANT OUEST	127 : 37	1.1. Peu évolués d'érosion lithique ou régosolique 1.2. Bruns eutrophes peu évolués d'apport colluvial 1.3. Bruns eutrophes peu évolués à caractère vertique	30 : 9 90 : 26 7 : 2
2. DEPRESSION PERIPHERIQUE	132 : 40	2.4. Bruns eutrophes à hydromorphie de profondeur 2.5. Bruns eutrophes à hydromorphie généralisée 2.6. Bruns eutrophes vertiques	103 : 31 19 : 6 10 : 3
3. VERSANT EST	79 : 23	3.7. Ferrugineux tropicaux lessivés indurés et peu évolués d'érosion lithique 3.8. Ferrugineux tropicaux lessivés indurés et bruns eutrophes ferruginisés	27 : 15 52 : 8

²cf. note infra page 101

23.2 WATINOMA

UNITES TOPOGRAPHIQUES	HA : %	ASSOCIATIONS DE SOLS	HA : %
1. HAUT DE VERSANT	16 : 16	1.1. Peu évolués d'érosion lithique 1.2. Ferrugineux tropicaux lessivés indurés, superficiels à moyennement profonds	4 : 4 12 : 12
2. BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS	85 : 84	2.1. Ferrugineux tropicaux lessivés indurés, à taches et concrétions et à hydromorphie de profondeur 2.2. Hydromorphes, colluvio-alluviaux et localement à caractère vertique	65 : 64 20 : 20

1.3. LES PARCS DES HAUTS ET BAS DE VERSANT ET DES BAS-FONDS DE WATINOMA

A la différence de Dossi, il n'existe pas à Watinoma de parc à *Faidherbia* unitaire et homogène. En outre, l'échelle des surfaces n'est pas la même (cf. carte 22).

Faidherbia albida a ses effectifs concentrés sur le bassin oriental en deux sites distincts du point de vue de la topographie et de l'exploitation agricole :

- sur les hauts de versants, en champs de case aménagés autour des habitations dans un rayon de 500 mètres environ (cf. photographie 3). En amont, le front cuirassé du plateau et des buttes constituent la délimitation naturelle de ce site. Les parcs 1 et 2, séparés par une bande de terres incultes et ravinées, sont ainsi alignés à l'est et au sud-est de l'escarpement central. En aval de ces deux parcs, la transition est faite par des formations arbustives très dégradées à *Combretaceae* alternant avec des surfaces cultivées au gré des ruptures de pente plus ou moins larges qui se succèdent jusqu'au bas des versants ;

- sur les bas de versant et la bordure des bas-fonds constituant les champs de village (cf. photographie 4). Les parcs 3 et 4 de ce site aval recouvrent deux unités aux conditions pédologiques et hydriques distinctes l'ensemble constitue une même zone d'aménagement axée sur les bas-fonds qui traversent du nord au sud le terroir. *Faidherbia albida* compte ici près des trois quarts de ses effectifs. L'espèce couvre d'importantes superficies sur plusieurs centaines de mètres de part et d'autre de cet axe mais avec beaucoup de discontinuités. De fait, son abondance apparaît très variable et sa dispersion l'emporte souvent sur sa concentration. Les deux parcs qui se succèdent du nord au sud sont séparés de fourrés à *Acacia seyal* et délimités à l'ouest par le lit d'un bas-fond. La délimitation orientale, à quelques 200 à 500 mètres de ce bas-fond correspond au bas des versants mésophiles le long desquels s'étend une étroite bande de champs contenant les derniers *Faidherbia*. Au delà, un large glacis couvert de brousses, champs et jachères très dégradés succède au parc.

Bien que les surfaces délimitées des parcs soient à Watinoma petites, par comparaison avec Dossi, il n'en demeure pas moins une assez forte impression de diversité des paysages morphologiques qui se succèdent le long de la toposéquence du haut au bas des versants jusqu'aux axes de drainage des bas-fonds, avec des associations de sols contrastées (cf. **tableau 23.2**).

Sur le haut des versants, dès la première rupture de pente qui succède au plateau, s'inscrivent les premiers faidherbias sur les sols les plus superficiels, peu évolués d'érosion lithique. Y sont associés des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés ou fortement gravillonnaires qui couvrent la plus grande partie de ce site (parcs 1 et 2).

On retrouve en bas de versant ces sols ferrugineux qui présentent des taches et concrétions avec des marques d'hydromorphie grandissante en aval. Les sols ne deviennent véritablement hydromorphes que sur le lit majeur et inondable des bas-fonds. Sur quelques microdépressions enrichies en argile et matière organique, les sols peuvent présenter un caractère vertique.

Au total, les sols des parcs à faidherbia de Watinoma sont majoritairement des sols ferrugineux tropicaux lessivés. Mieux alimentés en eau en aval ils sont dans l'ensemble de médiocre à faible fertilité. *Faidherbia albida* couvre donc une large amplitude de situations topographiques, des sols les plus superficiels et secs aux sols les plus profonds et humides.

1.4. REPRESENTATIVITE DE FAIDHERBIA ALBIDA A L'ECHELLE DES SURFACES ET DU PARCELLAIRE

Le parc à *Faidherbia albida* de Dossi, tel qu'il a été délimité sur la dépression périphérique et les collines birrimiennes attenantes, couvre près de 340 hectares. Les 6 transects, levés sur le parcellaire du parc et dont la population totale ligneuse a été inventoriée, couvrent un peu plus de 86 hectares, soit 25 % de la surface du parc.

A Watinoma, les 4 parcs délimités s'étendent sur plus de 100 hectares distribués en 16 hectares sur hauts de versant et 85 sur bas de versant et bas-fonds. Ils représentent plus du tiers des surfaces du terroir couvertes par *Faidherbia albida*.

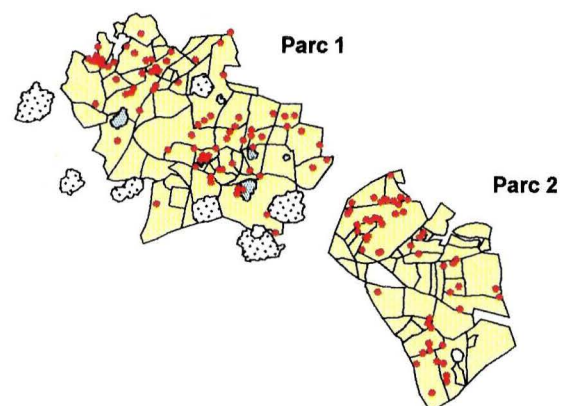
Le parcellaire levé sur les 6 transects à Dossi et sur les 4 parcs à Watinoma constitue des échantillonnages respectifs de 332 et 258 parcelles figurées sur les **cartes 22 et 23**.

La distribution du parcellaire des parcs en fonction des unités topographiques fait ressortir au **tableaux 24.1 et 24.2** :

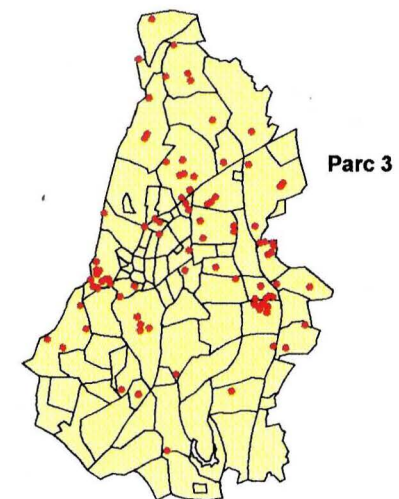
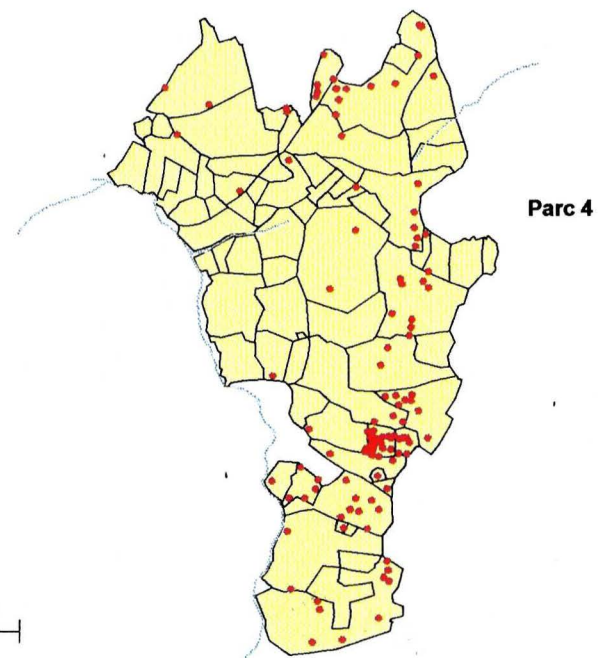
- la faible étendue des parcs de hauts de versant de Watinoma malgré un nombre élevé de parcelles (16 % de la surface totale pour 38 % du parcellaire). Ces parcs sont caractérisés par un microparcellaire dont l'unité varie de 1000 à 2000 m² contre un demi-hectare en aval ;

LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA SITUATION, DISTRIBUTION DE L'ESPECE ET PARCELLAIRE

Site 1: Hauts de versant



Site 2: Bas de versant et bas-fonds



• *Faidherbia albida*



Habitations



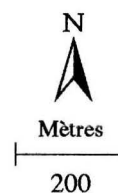
Parcelles



Mare temporaire



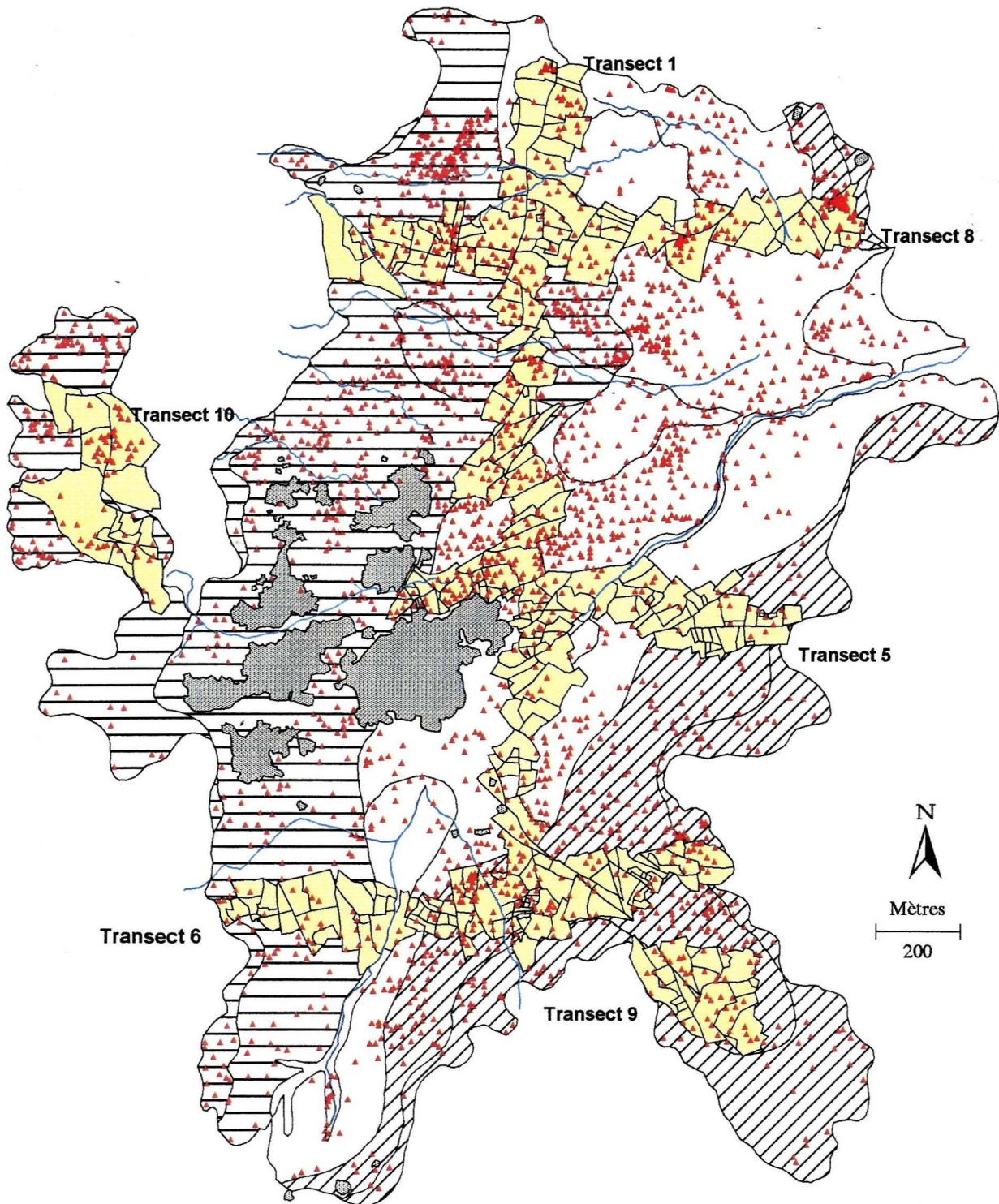
Cours d'eau






CIRAD-Forêt Août 1995





CARTE 23

LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
SITUATION TOPOGRAPHIQUE, DISTRIBUTION DE L'ESPECE
TRANSECTS ET PARCELLAIRE



UNITES TOPOGRAPHIQUES

-  Versant Ouest (collines birrimiennes)
-  Centre (dépression périphérique)
-  Versant Est (buttes et revers du plateau cuirassé)

-  Habitations
-  Parcelles des transects
-  Cours d'eau temporaires
-  Positionnement de *Faidherbia albida*

- des surfaces et un parcellaire à la distribution mieux équilibrée sur les 3 unités topographiques du parc de Dossi. Sur la surface échantillonnée, parfaitement représentative de ces unités, on observe que la surface moyenne des parcelles varie peu, beaucoup moins qu'à Watinoma, autour de 3 à 4000 m².

La distribution des effectifs et des surfaces parcellaires observées en fonction de l'occurrence des ligneux, et en particulier de *Faidherbia albida*, renforce le caractère d'hétérogénéité et de discontinuité des parcs de Watinoma. Sur trois des quatre parcs inventoriés, plus de la moitié des parcelles ne portent pas de faidherbia, bien qu'elles couvrent 63 % des surfaces.

A Dossi, près des deux-tiers des parcelles portent des faidherbias sur 83 % de la surface du parc. Mais les parcelles nues d'arbres y sont 2 à 3 fois plus nombreuses qu'à Watinoma. C'est sur le versant est du parc que ces parcelles sans arbres sont les plus nombreuses (38 %). A l'inverse, à l'ouest, la surface et le nombre de parcelles ayant des faidherbias ou d'autres espèces présentent les fréquences les plus élevées. Pourtant le faidherbia y est largement dominé par d'autres espèces -souvent de jachère- ainsi qu'il résulte de l'analyse de la composition floristique faite au chapitre suivant.

Quelque soit le site, l'effectif parcellaire sans faidherbia à Watinoma et celui sans arbres à Dossi sont élevés. Les surfaces correspondantes ne sont pas négligeables bien qu'il s'agisse dans la plupart des cas des plus petites parcelles des parcs.

A l'issue de cette première analyse de l'occurrence parcellaire du faidherbia, le parc de Dossi apparaît donc plus régulièrement distribué que celui de Watinoma. Son étendue renforce ce caractère d'homogénéité.

TABEAU 24 : DISTRIBUTION DES EFFECTIFS PARCELLAIRES ET DES SURFACES CORRESPONDANTES DES DIFFERENTS SITES DES PARCS DE WATINOMA ET DE DOSSI EN FONCTION DE L'OCCURRENCE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET DES AUTRES LIGNEUX

24.1. WATINOMA

PARCS ET SITES	SURFACES INVENTORIEES (HA)	TOTAL PARCELLES	PARCELLES AVEC FAIDHERBIA		PARCELLES SANS LIGNEUX	
			SURFACE (%)	NOMBRE (%)	SURFACE (%)	NOMBRE (%)
PARC 1	11,1	55	80	64	3	7
PARC 2	5,0	42	61	40	2	10
HAUTS DE VERSANT	16,1	97	74	54	3	8
PARC 3	37,1	87	57	43	4	15
PARC 4	47,8	74	64	42	3	11
BAS DE VERSANTS, BAS-FONDS	84,9	161	61	42	3	13
PARCS DE WATINOMA	101,0	258	63	47	3	11

24.2. DOSSI

UNITES TOPOGRAPHIQUES	SURFACES INVENTORIEES (HA)	TOTAL PARCELLES	PARCELLES AVEC FAIDHERBIA		PARCELLES SANS LIGNEUX	
			SURFACE (%)	NOMBRE (%)	SURFACE (%)	NOMBRE (%)
1. VERSANT OUEST ET COLLINES	27,4	81	90	74	6	21
2. DEPRESSION PERIPHERIQUE	32,5	133	80	61	7	22
3. VERSANT EST	26,8	117	81	58	15	38
PARC DE DOSSI	86,3	331	83	63	10	27

Notes : - Parcelles inexploitablees et surfaces correspondantes exclues des inventaires parcellaires.

- Le parcellaire, sa surface et l'exploitant correspondant sont listés en annexes 9, 10 et 11 pour les deux sites de Watinoma et l'ensemble des transects du parc de Dossi.

CHAPITRE 2 : LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS A FAIDHERBIA

La composition floristique des parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma a été déterminée à partir des inventaires dendrométriques. La détermination des espèces ligneuses et semi-ligneuses s'est faite soit directement sur le terrain, soit à l'Herbier national³ pour les quelques espèces dont l'identification posait problème.

Dans tous les cas, le (s) nom (s) vernaculaire (s) des espèces inventoriées ont été relevés en bwamu ou en moré et, pour certaines espèces, en français. On en trouvera la liste exhaustive en annexe 12.

L'analyse de la composition floristique des parcs à faidherbia a retenu les seules espèces arborées, arbustives et arbrisselées excluant les sous-arbrisseaux et les lianes semi-ligneuses⁴

2.1. LES PARCS COMPOSITES DE WATINOMA

Une première analyse a été faite sur l'ensemble de la composition floristique des parcs à faidherbias, à l'échelle des deux sites identifiés et des quatre peuplements délimités.

Les résultats sont illustrés par les **graphiques 22, 23 et 24**, tirés des inventaires donnés en annexes 13 et 14.

2.1.1. Diversité floristique des bas-fonds et des bas de versant

La diversité floristique est particulièrement élevée sur les bas de versant et les bas-fonds qui rassemblent 43 espèces contre seulement 29 en haut des versants. Mais le site des bas de versant et bas-fonds comprend en fait deux unités topographiques et floristiques distinctes, l'une mésophile, la plus étendue, et l'autre ripicole, telles qu'elles ont été décrites par OUEDRAOGO (1994).

On y rencontre *Faidherbia albida* sur la mitoyenneté de ces deux unités constitutives des parcs 3 et 4. Sur chacun des parcs, l'espèce est également représentée par 17 à 18 % de l'effectif total ce qui est peu, bien que l'espèce soit la plus abondante.

³IRBET-CNRST/Département de Botanique

⁴La distinction entre ligneux est la suivante (BAUMER, 1987) :

- . arbres : plantes unicaules > 7 m de hauteur,
- . arbustes : plantes unicaules < 7 m de hauteur,
- . arbrisseaux : plantes multicaules < 7 m, incluant la classe des sous-arbrisseaux < 1 m de hauteur.

La flore ligneuse de ces parcs intègre des espèces hydrophiles caractéristiques des bas-fonds telles que : *Mitragyna inermis*, *Acacia polyacantha* et *Combretum paniculatum*. Si la première espèce apparaît abondante, la seconde l'est beaucoup moins et la dernière très peu. Ces trois espèces sont plus fréquentes sur le parc 3 dont la partie mésophile est proportionnellement moins étendue que sur le parc 4.

Acacia seyal, dominant quelques rares friches sur sols argileux, en marge des parcs, n'est guère présent sur ces parcs où quelques individus ont été conservés. Il en va de même d'*Anogeissus leiocarpus* qui ne compte que quelques individus.

Sur les parties amont, peu ou pas inondées, on rencontre le karité (*Butyrospermum paradoxum*) à l'effectif équivalant celui du faidherbia sur le parc 3, *Gardenia ternifolia*, *Terminalia avicennioïdes*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Diospyros mespiliformis*, *Khaya senegalensis* et quelques pieds de *Vitex doniana*.

Piliostigma reticulatum, l'une des espèces les plus abondantes, surtout sur le parc 4, n'apparaît guère caractéristique du site du fait de son ubiquité ; elle est à la fois présente le long des axes ripicoles et sur les sols gravillonnaires superficiels des hauts des versants. Elle prend toutefois la taille d'un arbre de grande dimension sur les bas de versant à l'instar de *Faidherbia albida* ou encore du raisinier (*Lannea microcarpa*), espèce commune au site.

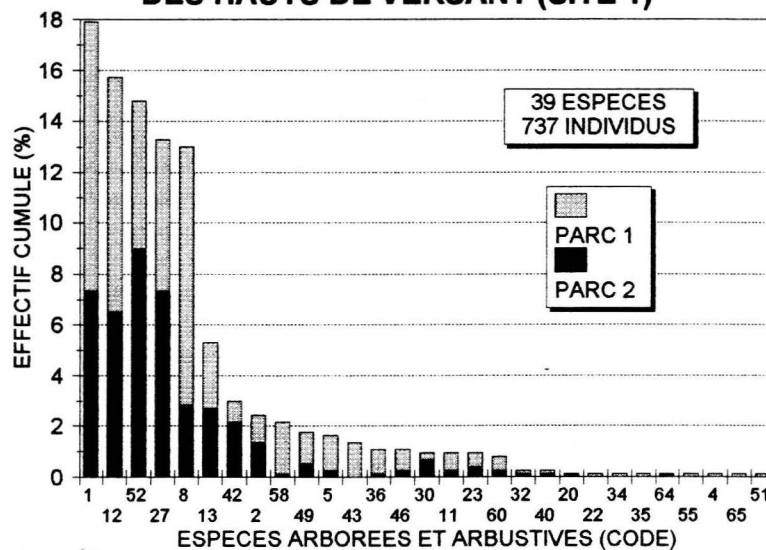
En limite des parcs, en bas des versants, sur la partie amont échappant totalement à la crue, le parcellaire est bordé d'espèces indicatrices d'une transition xérique, matérialisée par l'abondance de *Balanites aegyptiaca*. Cette espèce, particulièrement bien représentée sur le parc 4, est essentiellement conservée en position de délimitation parcellaire. Elle constitue la limite du parc. Elle est localement accompagnée de quelques arbustes dont *Capparis corymbosa* (espèce lianescente qui lui est associée), *Cadaba farinosa*, *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis* et *Cassia sieberiana*. Mais ces espèces ne comptent que pour 2 % de l'effectif total.

Un peu plus en retrait, dans les champs, on trouve quelques tamariniers (*Tamarindus indica*) et "pruniers" (*Sclerocarya birrea*). Le kapokier (*Bombax costatum*) y est représenté par quelques individus groupés.

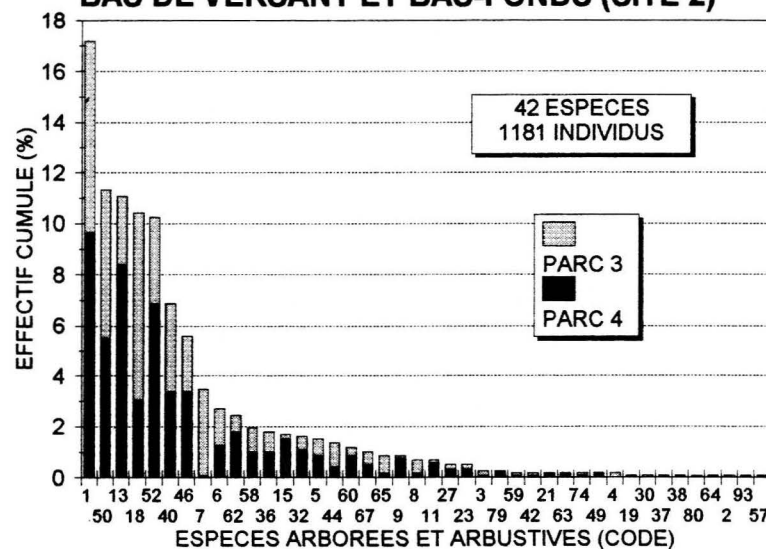
En définitive, malgré une importante diversité spécifique des bas de versant et des bas-fonds, cinq espèces seulement constituent plus de 60 % de l'effectif total des parcs 3 et 4. Ce sont dans l'ordre: *Faidherbia albida* (17,5 %), *Mitragyna inermis*, *Butyrospermum paradoxum*, *Piliostigma reticulatum* et *Balanites aegyptiaca* (10 à 11 % pour chacune des quatre dernières). Avec *Gardenia ternifolia*, *Lannea microcarpa*, *Acacia polyacantha*, *Acacia sieberiana* et *Terminalia avicennioïdes*, soit les dix premières espèces, l'effectif est représenté à 80 %. D'un autre côté, 26 espèces inventoriées sont chacune représentées à moins de 1 % de l'effectif total parmi lesquelles *Strychnos spinosa*, *Dalbergia melanoxylon* et *Ficus platyphylla*, espèces inféodées à des sols frais mais ne comptant ici que quelques individus. On peut y ajouter *Albizia chevalieri*, en bordure de parc et qu'on retrouve en petits bosquets au pied de butte-témoins, accompagné de *Tamarindus indica*, comme l'observe OUEDRAOGO (1994).

GRAPHIQUES 22 ET 23: COMPOSITION FLORISTIQUE DES DIFFERENTS SITES ET PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA

**22 : COMPOSITION FLORISTIQUE
DES HAUTS DE VERSANT (SITE 1)**



**23 : COMPOSITION FLORISTIQUE DES
BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS (SITE 2)**



1 FAIDHERBIA ALBIDA	22 CASSIA SIAMEA	51 MORINGA OLEIFERA
2 ACACIA NILOTICA ADANSONII	23 CASSIA SIEBERIANA	52 PILIOSTIGMA RETICULATUM
3 ACACIA MACROSTACHYA	27 COMBRETUM MICRANTHUM	55 PROSOPIS JULIFLORA
4 ACACIA SENEGAL	30 COMMIPHORA AFRICANA	57 PTEROCARPUS LUCENS
5 ACACIA SEYAL	32 DIOSPYROS MESPILOFORMIS	58 SCLEROCARYA BIRREA
6 ACACIA SIEBERIANA	34 EUCALYPTUS CAMALDULENSIS	59 STEREOSPERMUM KUNTHIANUM
7 ACACIA POLYACANTHA	35 EUPHORBIA BALSAMIFERA	60 TAMARINDUS INDICA
8 ADANSONIA DIGITATA	36 FICUS GNAPHALOCARPA	62 TERMINALIA AVICENNIODES
9 ALBIZIA CHEVALIERI	37 FICUS ITEOPHYLLA	63 VITEX DONIANA
11 ANOGEISSUS LEIOCARPUS	38 FICUS PLATYPHYLLA	64 XIMENIA AMERICANA
12 AZADIRACHTA INDICA	40 GARDENIA TERNIFOLIA	65 ZIZIPHUS MAURITIANA
13 BALANITES AEGYPTIACA	42 GUIERA SENEGALENSIS	67 COMBRETUM PANICULATUM
15 BOMBAX COSTATUM	43 JATROPHA CURCAS	74 STRYCHNOS SPINOSA
18 BUTYROSPERMUM PARADOXUM	44 KHAYA SENEGALENSIS	79 MAYTENUS SENEGALENSIS
19 CADABA FARINOSA	46 LAMNEA MICROCARPA	80 DALBERGIA MELANOXYLON
20 CALOTROPIS PROCERA	49 MANGIFERA INDICA	93 ACACIA RADDIANA
21 CAPPARIS CORYMBOSA	50 MITRAGYNA INERMIS	

C'est cette distribution des espèces, faite d'un petit groupe de tête et d'un long cortège floristique qui ressort clairement du profil du **graphique 23**.

2.1.2. Les parcs à faidherbia, nime et baobab des hauts de versant

En haut des versants, la diversité est moindre qu'en bas de versant et la composition floristique bien différente encore que plusieurs espèces soit largement communes aux sites (cf. **graphique 22**). Outre, bien évidemment, *Faidherbia albida*, on retrouve *Piliostigma reticulatum* mais aussi *Balanites aegyptiaca* et *Sclerocarya birrea*. Dans une moindre proportion, les parcs de haut de versant comptent *Lannea microcarpa* et *Ficus gnaphalocarpa*, arbres aux dimensions ici beaucoup plus modestes.

Les deux principales espèces associées au faidherbia et qui caractérisent les parcs de haut de versant sont le baobab (*Adansonia digitata*) et le nime (*Azadirachta indica*). Le baobab, espèce condimentaire, est particulièrement abondant sur le parc 1 (18 % de l'effectif), parc de case proximal des habitations. Il en va de même des fruitiers (*Sclerocarya birrea*, manguier, raisinier et tamarinier). Le nime, lui, est également présent sur les deux parcs (15 à 16 %).

Constituant un effectif plus modeste mais représentatif de ce site, les *Combretaceae*, *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis*, apparaissent comme les arbustes les plus communs de ces parcs. Ils le sont particulièrement sur le parc 2 associant dans leur strate *Piliostigma reticulatum* car l'espèce est ici maintenue sous forme exclusivement arbustive. Ces 3 espèces occupent cependant une position particulière qui est presque toujours limitrophe sur le parcellaire. La distribution linéaire de ces espèces, différente des autres spatialement dispersées, relativise la composition floristique et la notion-même de parc. Aussi fait-elle l'objet d'une analyse et d'une discussion au paragraphe suivant.

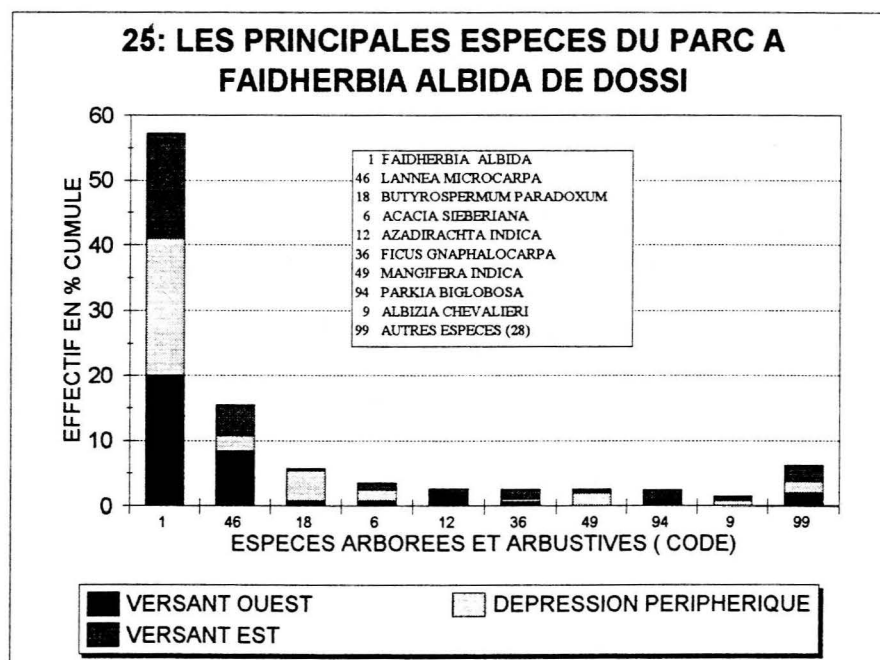
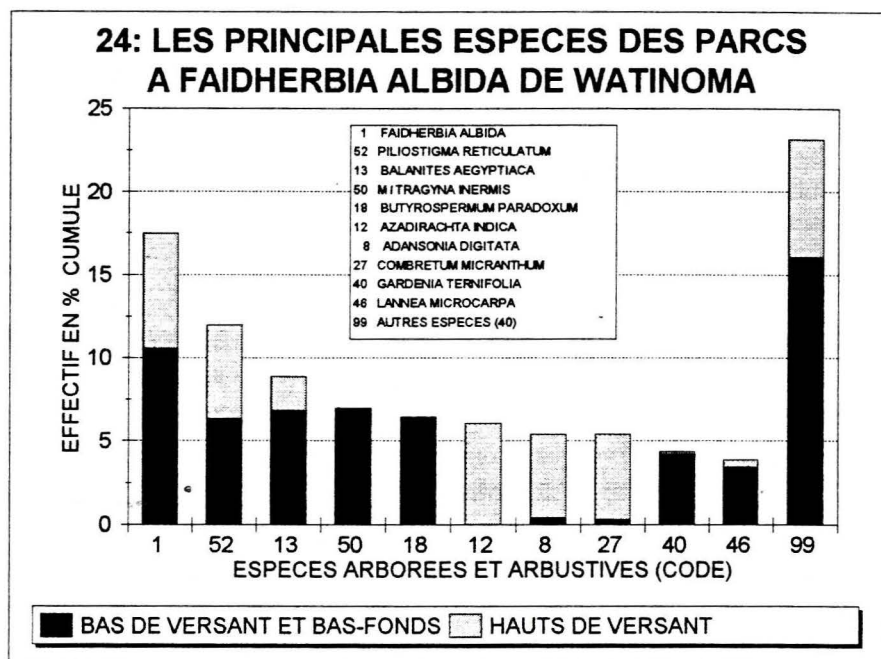
On peut ici retenir que les cinq espèces numériquement les plus abondantes des parcs de hauts de versant représentent 75 % de l'effectif total s'agissant de : *Faidherbia albida*, *Azadirachta indica*, *Piliostigma reticulatum* et *Adansonia digitata* dont la part varie de 18 à 13 %. Avec *Balanites aegyptiaca*, l'effectif est couvert à plus de 80 %.

Mais là encore, la diversité floristique doit être pondérée par le très faible effectif d'une dizaine d'espèces, représentées sur le site par un ou deux individus. C'est le cas des espèces exotiques telles que *Cassia siamea*, *Eucalyptus camaldulensis* ou *Prosopis juliflora*, témoins d'activités de plantation généralement récentes.

2.1.3. Variations floristiques du parcellaire en fonction de l'occurrence du faidherbia

Etant donné qu'une parcelle sur deux ne porte pas de *Faidherbia albida* au sein des parcs de Watinoma, on a comparé les effectifs ligneux de ces parcelles afin de les caractériser floristiquement :

GRAPHIQUES 24 ET 25 COMPARAISON DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA ET DE LEUR DISTRIBUTION PAR SITE



- les parcelles avec faidherbia qui couvrent 74 % de la surface des hauts de versant et 61 % sur bas de versant comptent respectivement 78 % et 75 % des effectifs ligneux. Elles sont un peu plus arborées que les parcelles sans faidherbia, surtout sur bas de versant et bas-fonds ;

- les parcelles sans faidherbia sont 2 à 3 fois plus petites que celles qui en portent, s'agissant le plus souvent de surfaces prises sur de plus grandes parcelles pour une culture ou un mode d'exploitation particulier. Cet aspect de la limitation du faidherbia en fonction du mode d'exploitation mais aussi du sexe est discuté au paragraphe 33.3 ;

- la diversité floristique est plus étendue sur les parcelles ayant des faidherbias, notamment sur hauts de versants (26 espèces contre 18 représentées), renforçant le caractère composite des parcs ;

- mais la composition floristique des parcelles contenant au moins un faidherbia diffère peu de celle des parcelles qui n'en contiennent pas pour ce qui concerne les principales espèces associées au faidherbia. En effet, ainsi qu'il ressort des **graphiques 26 et 27** qui illustrent les distributions floristiques, on observe que les six espèces les plus représentées, après faidherbia, sont les mêmes. En détaillant l'analyse comparative, on note que l'ordre de distribution des espèces est le même sur hauts de versant. Sur bas de versant et bas-fonds, les profils diffèrent assez nettement. *Mitragyna inermis*, en particulier, apparaît déclassée car l'espèce est sur les terres les plus inondables rarement associée à *Faidherbia albida*. Cette observation donne la limite aval d'occupation des sols de *Faidherbia albida*.

Finalement, en ne prenant en compte que les parcelles ayant des faidherbias, l'espèce ne représente que 22 et 24 % de l'effectif ligneux sur les parcs 1 et 2 de hauts de versant et 24 et 26 % de celui des parcs 3 et 4 des bas de versant et bas-fonds.

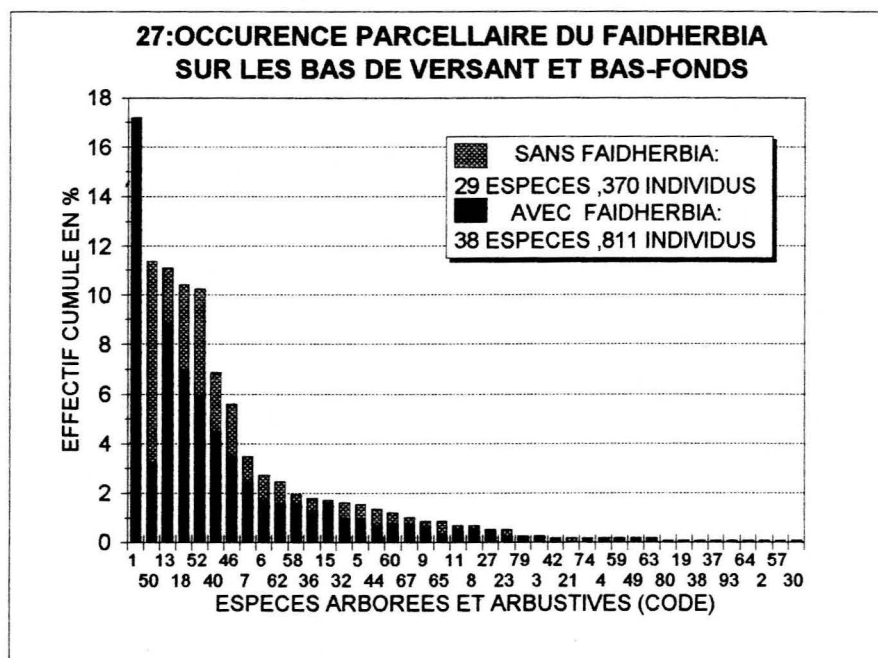
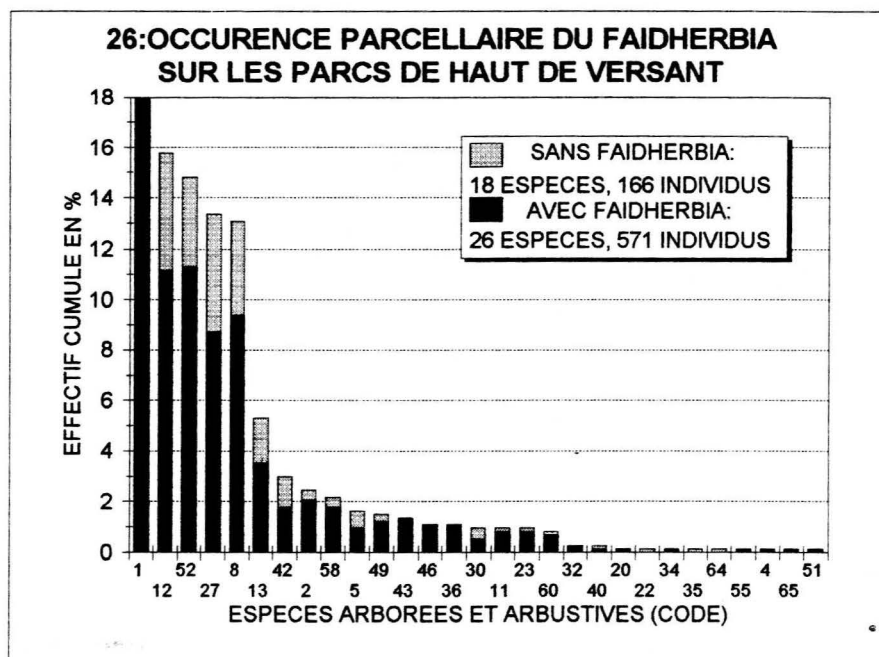
2.2. LE PARC DE DOSSI ET LA DOMINANCE ABSOLUE DU FAIDHERBIA

L'inventaire floristique réalisé sur les 6 transects du parc montre que *Faidherbia albida* domine à plus de 57 % l'effectif ligneux, jachères du parc incluses (cf. **graphique 25 et annexe 15**).

Le raisinier, *Lannea microcarpa*, est la principale espèce associée au faidherbia (16 %). Les autres espèces les plus communément rencontrées sont : le karité (*Butyrospermum paradoxum*), *Acacia sieberiana*, le nime (*Azadirachta indica*), *Ficus gnaphalocarpa*, le néré (*Parkia biglobosa*) et le manguier (*Mangifera indica*) qui ne représentent chacune que quelques % de l'effectif.

Les 29 autres espèces identifiées ne comptent pour la plupart que quelques individus totalisent moins de 10 % de l'effectif. La diversité floristique apparaît donc ici limitée à une dizaine d'espèces (*Albizia chevalieri* et *Tamarindus indica* inclus) qui constituent la presque totalité de l'effectif ligneux du parc.

GRAPHIQUES 26 ET 27: COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA SELON L'OCCURENCE PARCELLAIRE DE L'ESPECE



1 FAIDHERBIA ALBIDA	22 CASSIA SIAMEA	51 MORINGA OLEIFERA
2 ACACIA NILOTICA ADANSONII	23 CASSIA SIEBERIANA	52 Ptilostigma reticulatum
3 ACACIA MACROSTACHYA	27 COMBRETUM MICRANTHUM	55 PROSOPIS JULIFLORA
4 ACACIA SENEGAL	30 COMMIPHORA AFRICANA	57 PTEROCARPUS LUCENS
5 ACACIA SEYAL	32 DIOSPYROS MESPILIFORMIS	58 SCLEROCARYA BIRREA
6 ACACIA SIEBERIANA	34 EUCALYPTUS CAMALDULENSIS	59 STEREOSPERMUM KUNTHIANUM
7 ACACIA POLYACANTHA	35 EUPHORBIA BALSAMIFERA	60 TAMARINDUS INDICA
8 ADANSONIA DIGITATA	36 FICUS GNAPHALOCARPA	62 TERMINALIA AVICENNIODES
9 ALBIZIA CHEVALIERI	37 FICUS ITEOPHYLLA	63 VITEX DONIANA
11 ANOGEISSUS LEIOCARPUS	38 FICUS PLATYPHYLLA	64 XIMENIA AMERICANA
12 AZADIRACHTA INDICA	40 GARDENIA TERNIFOLIA	65 ZIZIPHUS MAURITIANA
13 BALANITES AEGYPTIACA	42 GUIERA SENEGALENSIS	67 COMBRETUM PANICULATUM
15 BOMBAX COSTATUM	43 JATROPHA CURCAS	74 STRYCHNOS SPINOSA
18 BUTYROSPERMUM PARADOXUM	44 KHAYA SENEGALENSIS	79 MAYTENUS SENEGALENSIS
19 CADABA FARINOSA	46 LAMNEA MICROCARPA	80 DALBERGIA MELANOXYLON
20 CALOTROPIS PROCERA	49 MANGIFERA INDICA	93 ACACIA RADDIANA
21 CAPPARIS CORYMBOSA	50 MITRAGYNA INERMIS	

Cette distribution varie relativement peu d'une unité topographique à l'autre alors qu'à l'échelle plus fine des unités pédologiques de chaque unité, les profils floristiques se différencient plus nettement.

2.2.1. Sur la dépression périphérique

Sur la partie centrale du parc, aux sols les plus profonds et humides et qui constitue l'espace le plus intensément cultivé, *Faidherbia albida* atteint 60 % de l'effectif ligneux (cf. graphique 29 et annexe 16). Le karité (13 %) y est plus abondant que le raisinier mais ses effectifs sont concentrés au nord du parc où il relaie *Faidherbia albida*.

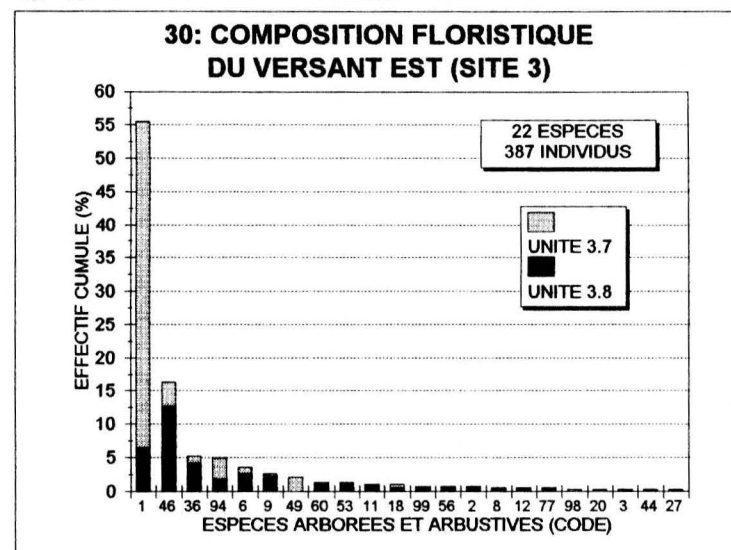
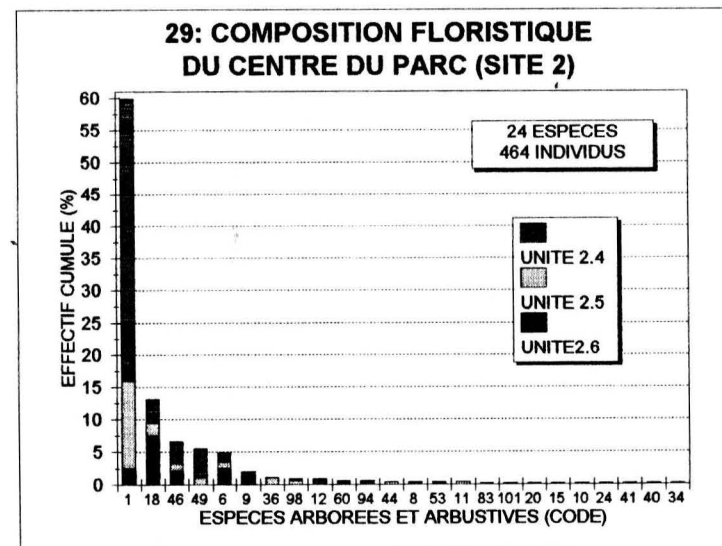
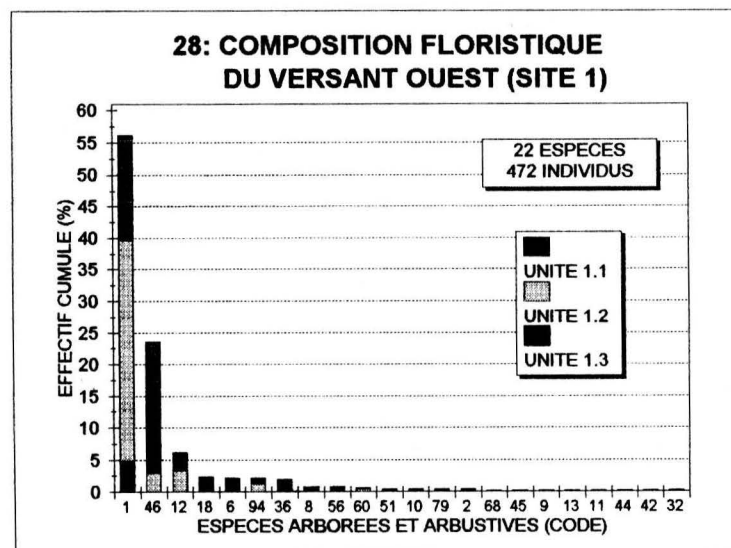
Le manguier (6 %) s'est ici partiellement substitué au raisinier (7 %). Enfin, *Acacia sieberiana* (5 %), plus abondant qu'ailleurs, occupe les sols les plus frais en bordure des ravines et des drains qui traversent cette unité.

Ces 5 espèces totalisent plus de 90 % de l'effectif ligneux.

Au sein de la dépression périphérique, de fortes disparités floristiques sont observables entre les sols bruns eutrophes plus ou moins hydromorphes et les sols vertiques :

- sur les sols bruns eutrophes à hydromorphie de profondeur -couvrant près du tiers du parc-, *Faidherbia albida* domine l'effectif ligneux à 72 %. L'espèce y est régulièrement dispersée sauf sur quelques plages vides indiquant des zones mal drainées. Cependant il existe des alignements assez remarquables, le long de ravines qui traversent d'ouest en est l'unité. En son centre, au nord-est du village, l'espèce est présente en fortes concentrations quasi-exclusives d'autres espèces. Dans cette partie centrale du parc, plus qu'ailleurs, le peuplement apparaît dense et monospécifique. Au sud du village, cette unicité est localement interrompue par de petites plantations de manguiers plus abondants que les fruitiers traditionnellement conservés, raisiniers et karités. Quelques nimes (*Azadirachta indica*), nérés (*Parkia biglobosa*) et baobabs (*Adansonia digitata*) apparaissent très dispersés ne comptant que pour 3 % de l'effectif ligneux ;
- avec l'hydromorphie se généralisant à l'ensemble du profil des sols bruns eutrophes, la composition floristique du parc change sensiblement. *Faidherbia albida* ne représente plus que 61 % de l'effectif ligneux. La part du karité augmente (9 %) tout comme celle d'*Acacia sieberiana* (4 %), alors que celle du manguier baisse (5 %). On y trouve en particulier *Ficus gnaphalocarpa*, *Cordia myxa*, *Khaya senegalensis* et *Anogeissus leiocarpus* qui forment 17 % de l'effectif. Ces deux dernières espèces bordent fréquemment les drains le long desquels s'étendent ces sols. Le drain principal qui traverse du sud-ouest au nord-est le parc est ainsi bordé d'un peuplement d'*Anogeissus leiocarpus* et d'*Acacia sieberiana* intégrant, par endroits, *Acacia polyacantha*. Mais ce peuplement-galerie, encore très dense en aval du drain, a été exclus de l'inventaire floristique du parc ;

GRAPHIQUES 28, 29 ET 30: DISTRIBUTION DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA EN FONCTION DE LA TOPOGRAPHIE ET DE SES UNITES PEDOLOGIQUES



UNITES PEDOLOGIQUES DES 3 SITES:	
1.1	SOLS PEU EVOLUES D'EROSION LITHIQUE
1.2	SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES COLLUVIAUX
1.3	SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES A CARACTERE VERTIQUE
2.4	SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR
2.5	SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE GENERALISEE
2.6	SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES
3.7	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET BRUNS EUTROPHES FERRUGINEUX
3.8	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET PEU EVOLUES

1	FAIDHERBIA ALBIDA	24	CELTIS INTEGRIFOLIA	51	MORINGA OLEIFERA
2	ACACIA NILOTICA ADANSONII	27	COMBRETUM MICRANTHUM	53	PILOSITIGMA THONNINGII
3	ACACIA MACROSTACHYA	32	DIOSPYROS MESPILOFORMIS	56	PTEROCARPUS ERINACEUS
6	ACACIA SIEBERIANA	34	EUCALYPTUS CAMALDULENSIS	60	TAMARINDUS INDICA
8	ADANSONIA DIGITATA	36	FICUS GNAPHALOCARPA	68	CEIBA PENTANDRA
9	ALBIZIA CHEVALIERI	40	GARDENIA TERNIFOLIA	77	GREWIA MOLLIS
10	ANNONA SENEGALENSIS	41	GREWIA BICOLOR	79	MAYTENUS SENEGALENSIS
11	ANOGEISSUS LEIOCARPUS	42	GUIERA SENEGALENSIS	83	STERCULIA SETIGERA
12	AZADIRACHTA INDICA	44	KHAYA SENEGALENSIS	94	PARKIA BIGLOBOSA
13	BALANITES AEGYPTIACA	45	LANNEA ACIDA	98	CORDIA MYXA
15	BOMBAX COSTATUM	46	LANNEA MICROCARPA	99	NAUCLEA LATIFOLIA
18	BUTYROSPERMUM PARADOXUM	49	MANGIFERA INDICA	101	DELONIX REGIA
20	CALOTROPIS PROCERA				

- sur les sols vertiques, les moins bien drainés, *Faidherbia albida* ne représente plus que 15 % de l'effectif ligneux. Les individus y sont mal venant et largement dispersés. Le karité qui domine l'effectif (44 %) relaie ici le faidherbia. Il gagne d'ailleurs en abondance à la faveur de mises en jachère. Il est alors associé au raisinier (*Lannea microcarpa*). *Acacia sieberiana* et *Albizia chevalieri* (24 %) abondent le long des drains et des poches argileuses.

2.2.2. Sur le versant ouest et les collines birrimiennes

Il existe un gradient net quant à la dominance floristique de *Faidherbia albida* du haut des collines au bas du versant ouest qui borde la dépression périphérique (cf. graphique 28 et annexe 17). On passe ainsi de 33 % à 79 % de l'effectif ligneux avec un maximum de 92 % sur la petite unité de sols bruns eutrophes peu évolués à caractère vertique du moyen versant.

Sur les sols vertiques en superficie, mais bien drainés en profondeur, la diversité floristique est quasi-nulle. on compte quelques rares pieds de *Ficus gnaphalocarpa* et de *Diospyros mespilliformis*. *Faidherbia albida* forme des alignements le long de la ravine qui départage ces sols.

Sur les sols bruns eutrophes peu évolués d'apport colluvial, on retrouve une tendance à l'alignement des faidherbias le long des nombreuses ravines qui traversent le versant. Mais il existe également des regroupements, en particulier de jeunes individus au nord du village contenus sur un petit nombre de parcelles. Ils sont le fait de la volonté de régénérer et d'aménager l'espèce par les exploitants. Ailleurs, *Faidherbia albida* est assez régulièrement dispersé, accompagné de l'ubiquiste raisinier (*Lannea microcarpa* : 7 % de l'effectif de l'unité) et de nimes (*Azadirachta indica*) à la régénération abondante au sud du parc (8 %). Quelques gros nérés (*Parkia biglobosa*) et tamariniers (*Tamarindus indica*), dispersés, complètent l'inventaire des principales espèces du versant ouest du parc.

Sur les sols peu évolués d'érosion lithique qui couvrent des pentes intérieures des collines constituant le parc perché, *Faidherbia albida* est la seconde espèce après le raisinier (40 % contre 33 %). Beaucoup de raisiniers sont des recrues se développant sur les jachères qui couvrent ici une importante surface. Mais l'espèce est également abondante dans les champs, sur les terrasses comme sur les simples alignements de pierres isohypses.

Ficus gnaphalocarpa et *Acacia sieberiana* occupent préférentiellement les ravines (7 %).

Le karité (5 %) se raréfie sur les sols les plus superficiels alors que le nime (5 %) constitue au sud du parc des groupes de régénération souvent attendant au pied des faidherbias.

Enfin, on trouve quelques pieds dispersés de néré (*Parkia biglobosa*), de *Pterocarpus erinaceus* et de baobabs (*Adansonia digitata*) sur les champs en terrasses des collines.

2.2.3. Sur le versant est

A l'est du parc, sur le versant délimité à son sommet par une cuirasse plus ou moins démantelée, on observe comme à l'ouest un gradient dans la contribution spécifique du *Faidherbia* à l'effectif total des ligneux (cf. graphique 30 et annexe 18). L'espèce qui représente 79 % les ligneux en bas de versant, sur sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés ou sur sols bruns eutrophes ferrugineux, n'en compte plus que 15 % sur le haut des versants aux sols indurés ou peu évolués. L'espèce trouve sa limite sur la cuirasse, qui porte cependant quelques individus dont le système racinaire a opportunément traversé les quelques mètres d'épaisseur à la faveur de fractures visibles en surface. Mais d'autres espèces ont fait de même à travers de gros blocs issus du démantèlement de la cuirasse. Il est même surprenant de constater la relative luxuriance de la végétation qui borde le front de la cuirasse en amont des derniers champs du parc.

Le raisinier (*Lannea microcarpa*) y est très abondant (30 %), souvent aligné en cépées le long des terrasses. Mais les plus grands arbres sont représentés par *Ficus gnaphalocarpa*, ici plus abondant qu'ailleurs (10 %), le néré (*Parkia biglobosa* : 4 %), *Albizia chevalieri* (6 %) et, dans une moindre mesure, le tamarinier (*Tamarindus indica*) et *Anogeissus leiocarpus*. Quelques arbustes accompagnent ces arbres sur les dernières terrasses inégalement entretenues et cultivées (*Piliostigma thonningii*, *Acacia sieberiana*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Nauclea latifolia*,...).

Faidherbia albida a sur ce versant une distribution spatiale plus irrégulière qu'ailleurs. Ainsi, on observe des plages vides de *Faidherbia*. Ceci est également vrai pour d'autres espèces en bas du versant dans la partie centre-est du parc. La zone ne diffère pas de l'unité pédologique mais elle relève d'un assez vaste espace délimité par le drain principal et le moyen versant qui est assez régulièrement brûlé où les jachères sont ici fréquentes. Des bergers peuls et leurs troupeaux y ont été observés.

Enfin, en périphérie, notamment au sud-est du parc, *Faidherbia albida* laisse progressivement la place à un parc à néré (*Parkia biglobosa*), au très large houppier, associant ça et là des karités (*Butyrospermum paradoxum*).

2.3. CONCLUSION

Les deux principaux caractères qui différencient floristiquement les parcs de Dossi et de Watinoma sont :

- la dominance de *Faidherbia albida*, très forte à Dossi, médiocre à Watinoma : les ratios *Faidherbia*/autres espèces sont quasi-inversés d'un terroir à l'autre ;

- la diversité des espèces ligneuses, élevée à Watinoma, faible à Dossi.

Au total, la flore arborée et arbustive des quatre petits parcs à *Faidherbia* de Watinoma est représentée par 50 espèces. Leur contribution à l'effectif inventorié varie considérablement. Les 10 principales espèces en constituent près de 75 % alors que chacune des 40 autres ne compte que pour 1 à 2 %.

Parmi les principales espèces, celles qui fournissent du bois et des aliments occupent une place primordiale, confirmant donc les résultats de nos enquêtes. Ce sont, d'une part, *Piliostigma reticulatum*, *Mitragyna inermis* et *Azadirachta indica*, la première espèce étant commune aux deux sites. Ce sont par ailleurs le karité (*Butyrospermum paradoxum*), le baobab (*Adansonia digitata*), à la distribution fortement départagée d'un site à l'autre, et le raisinier (*Lannea microcarpa*).

Balanites aegyptiaca et *Combretum micranthum*, qui sont parmi les dix espèces les mieux représentées, se distinguent des précédentes par leur distribution spatiale sur le parcellaire qu'elles bornent. C'est une distribution qui associe fréquemment *Piliostigma reticulatum* et, occasionnellement, d'autres espèces. Elles rassemblent un effectif important mais relativement discret et variable au cours des saisons car les individus sont régulièrement rabattus. Elles fournissent d'ailleurs une quantité de petit bois non négligeable. C'est un particularisme du parc de Watinoma, à la fois d'ordre spatial, structural et fonctionnel sur lequel nous reviendrons au chapitre 3.

A ce premier stade d'analyse qui inclue tous les ligneux des parcs, il ressort clairement que les parcs à *Faidherbia albida* de Watinoma sont des peuplements composites et véritablement multi-usages. Le caractère composite est un élément localement plus déterminant que la relative dominance de l'espèce dont les fonctions peuvent apparaître marginales en regard de celles d'autres espèces. En définitive, *Faidherbia albida* est dominé à plus de 80 % par l'ensemble des autres espèces. Même si on restreint le parc aux seules parcelles contenant l'espèce, il ne constitue pas plus de 25 % de l'effectif.

A la différence de Watinoma, et quelque soit l'unité topographique considérée, *Faidherbia albida* domine véritablement la composition floristique du parc de Dossi. Celle-ci est essentiellement arborée. Les fruitiers et notamment le raisinier et le karité, sont les espèces les plus fréquemment associées au faidherbia. Mais elles apparaissent ici très secondaires. Du fait de la forte dominance du faidherbia, le parc de Dossi répond à des fonctions moins diversifiées, plus "spécialisées" qu'à Watinoma, à savoir maintien de la fertilité du sol et production de fourrage.

Bien qu'une quarantaine d'espèces aient été identifiées sur les 6 transects inventoriés, la diversité floristique du parc de Dossi s'exprime plus sur sa périphérie que dans sa partie centrale. Cette diversité peut être résumée en une dizaine d'espèces qui rassemblent presque tout l'effectif. Les autres espèces sont très médiocrement représentées sur la partie cultivée du parc où ne le sont que sur les jachères. Elles constituent généralement une strate ligneuse temporaire et de petite dimension car les individus sont rabattus quelques années plus tard à l'occasion d'une remise en culture. Dès que la jachère perdure, comme c'est le cas sur les marges du parc, *Faidherbia albida* apparaît très vite marginalisé par le recru herbacé et arbustif, généralement atteint par les feux de brousse.

C'est pourquoi, il est apparu justifié de faire une seconde analyse de la composition floristique du parc en différenciant la surface cultivée et donc fonctionnelle du parc de celle en jachère, à l'instar de l'analyse comparative faite entre la strate arborée et les alignements arbustifs des parcs de Watinoma.

CHAPITRE 3 : ORGANISATION SPATIALE ET ANALYSE STRUCTURALE DES PARCS A *FAIDHERBIA ALBIDA*

3.1. HETEROGENEITE SPATIALE ET MULTIPLICITE DES FACIES DES PARCS A FAIDHERBIA DE WATINOMA

Outre l'importante diversité floristique et les fortes disparités en effectif des espèces qui caractérisent le parc à *Faidherbia* de Watinoma, ce dernier est également hétérogène dans sa distribution spatiale, à l'échelle des sites comme à celle de la parcelle.

Deux points majeurs font ici la différence avec Dossi :

- *Faidherbia albida*, largement dominé par l'effectif global des autres ligneux, tend à constituer par endroits des groupements importants : la dominance de l'espèce qui peut constituer plus de la moitié de l'effectif floristique devient alors significative. Ailleurs, la dispersion de l'espèce est élevée à très élevée selon le site. Ainsi, sur la partie inondable du bas de versant, et plus encore en bas-fonds, l'espèce est par endroits quasi-absente. Sur les hauts de versant, la discontinuité de la distribution spatiale de *Faidherbia albida* est plus effacée mais il est vrai que la surface y est très petite ;

- Corollairement, certaines espèces constitutives des peuplements et parmi les mieux représentées tendent à remplir les espaces non ou faiblement occupés par *Faidherbia albida*. D'autres n'y sont associées que sur des espaces parcellaires très restreints.

On peut alors à l'échelle d'un groupe de parcelles, voire d'une seule parcelle, identifier plusieurs types de parcs ou du moins de faciès en différenciant toute forme d'association. Nous avons retenu de décrire et d'interpréter les variations observées à l'échelle des sites des hauts et bas de versant et bas-fonds en mentionnant les particularismes floristiques relevés à l'échelle parcellaire.

3.1.1. Associations et successions floristiques sur bas de versants et bas-fonds

Sur les parcs 3 et 4, tous deux délimités à l'ouest par le même axe hydrographique nord-sud que constitue le lit mineur des bas-fonds, *Faidherbia albida* occupe préférentiellement la bande de terres échappant à la crue, entre le bas-fond lui-même et le bas du versant. L'espèce s'y régénère manifestement bien car certains exploitants l'ont conservée en grand nombre comme c'est le cas sur les petites parcelles 10, 86 et 45 des parcs 3 et 4 (cf. carte 24). Ailleurs, l'espèce est beaucoup plus dispersée voire absente sur de larges plages argileuses bordant l'axe du bas-fond. Quelques individus s'y sont cependant développés ayant les racines dans l'eau plus de six mois par an.

Inversement à la distribution de *Faidherbia*, *Mitragyna inermis* est absente du bas des versants. L'espèce occupe les parties inondables et l'axe ripicole du site de façon caractéristique, par alignements. De fait, bien que *Faidherbia albida* et *Mitragyna inermis* aient les effectifs les plus élevés du site, leur occurrence commune est faible : les deux espèces n'apparaissent ensemble que sur 27 % des parcelles portant des *Faidherbias*, en bordure de bas-fonds. *Mitragyna inermis* y est alors généralement dispersé.

La même observation vaut pour la distribution d'*Acacia polyacantha* et de *Combretum paniculatum* encore que cette dernière espèce soit peu abondante. Toutes deux sont fréquemment alignées le long des chenaux d'écoulement qui traversent les parcs. Elles pérennisent des délimitations naturelles sur lesquelles le parcellaire s'est inscrit incorporant par endroits *Acacia sieberiana*, *Mitragyna inermis* et *Piliostigma reticulatum*.

Piliostigma reticulatum et *Gardenia ternifolia* qui sont parmi les espèces les plus abondantes des parcs 3 et 4 sont également celles qui en couvrent la plus grande surface. Elles apparaissent assez régulièrement dispersées entre l'axe ripicole et le bas de versant. Aussi sont-elles fréquemment associées à *Faidherbia albida*, sur une parcelle sur deux.

Le raisinier, *Lannea microcarpa*, au large houppier hémisphérique occupe le même espace que le faidherbia. Mais ses effectifs sont plus modestes et inégalement répartis d'un parc à l'autre.

Balanites aegyptiaca, qui abonde en bas des versants occupe une position très particulière : celle d'un arbre d'alignement cantonné à la limite amont des parcs. L'espèce ne couvre donc qu'une très mince bande de la surface des parcs et ne forme parfois qu'un seul alignement discontinu, à l'est et au nord des parcs. Sont intégrés à ces aires plus arbustives qu'arborées quelques pieds de *Piliostigma reticulatum*, des combrétacées (*Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*), plus rarement, et d'autres arbustes tels que *Ziziphus mauritiana*, *Maytenus senegalensis*. Parmi les grands arbres, on trouve des fruitiers, *Tamarindus indica* et *Sclerocarya birrea*, ce dernier pouvant devenir assez commun en bas de versant.

Juste en deçà de cette limite amont, entre bas-fond et bas de versant, s'étendent des plages de karités (*Butyrospermum paradoxum*). Celles-ci se succèdent du nord au sud en groupes discontinus de 4 ou 5 arbres à plus de 20. Ces concentrations recoupent presque toujours des unités parcellaires comme c'est le cas des parcelles 45 et 76 du parc 3 qui comptent 17 et 11 karités (24 à 25 pieds/ha). Le groupement des karités est assez remarquable au point de parfois constituer un continuum de houppiers. Quelques rares individus très dispersés vont jusqu'au bas-fond. On observe un assez large recoupement avec l'aire de distribution du faidherbia. Plus d'une parcelle sur deux ayant des karités porte également des faidherbias.

S'insèrent dans l'effectif en arbres des parcs de nombreuses autres espèces, dispersées ou groupées, mais dont le petit nombre ne rend pas les distributions significatives. Ce sont pour les plus caractéristiques :

- le kapokier (*Bombax costatum*) qui apparaît en petits groupes en bas de versant, associé à faidherbia. Drageonneant naturellement assez vigoureusement, il est probable que ces micro-peuplements faits d'individus contigus aient en commun un même pied-mère. Aussi ne concerne t-il que quelques parcelles ;

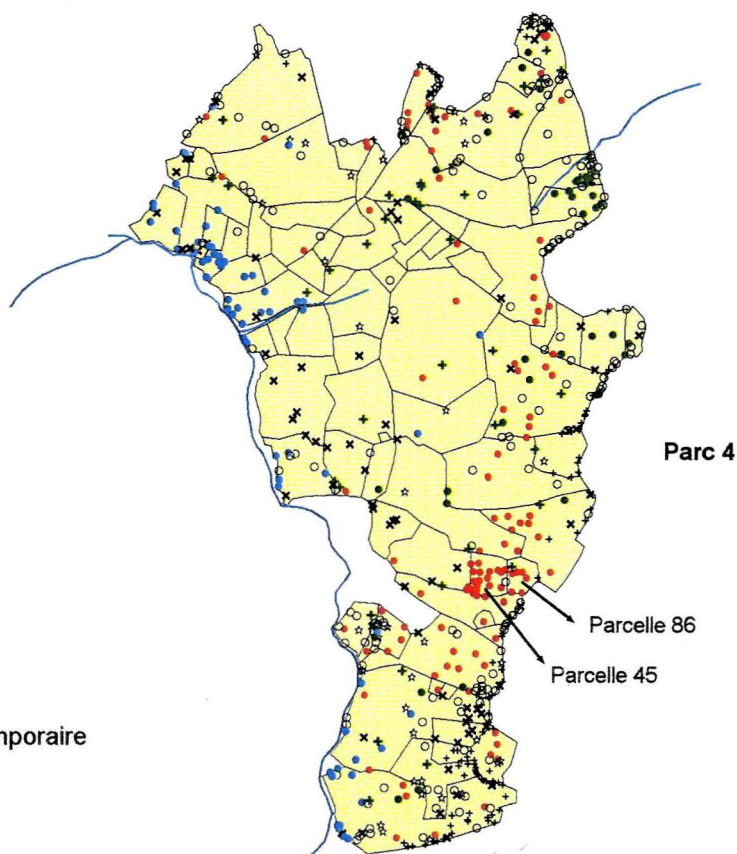
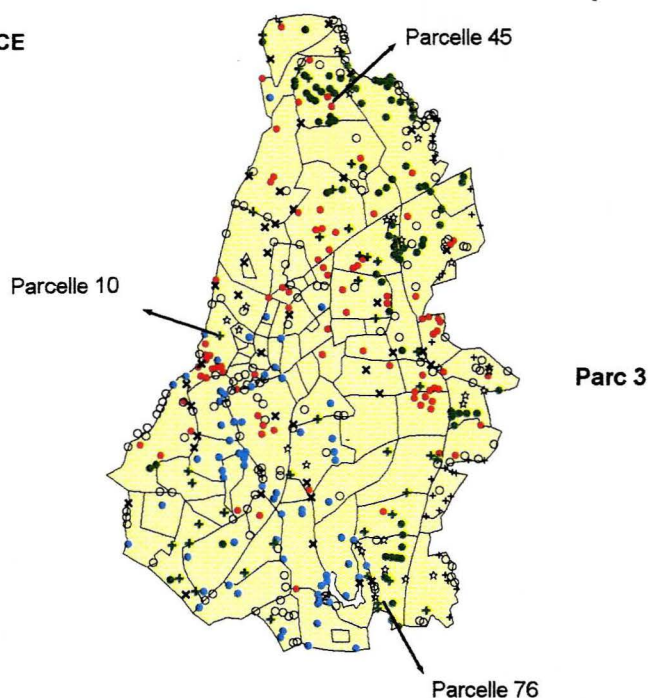
- *Ficus gnaphalocarpa*, toujours très dispersé. Il ne s'agit que de gros individus fréquemment associés à *Faidherbia albida* ;

CARTE 24

**LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DES BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS DE WATINOMA
DISTRIBUTION SPATIALE DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES
DE CIRCONFERENCE > 10 CM**

ESPECES PAR ORDRE D'IMPORTANCE

- *Faidherbia albida*
- *Mitragyna inermis*
- + *Balanites aegyptiaca*
- *Butyrospermum paradoxum*
- * *Piliostigma reticulatum*
- + *Gardenia ternifolia*
- * *Lannea microcarpa*
- *Autres espèces*



Parcelle

Cours d'eau temporaire



Mètres

200

- *Terminalia avicennoides*, également diffus sur l'ensemble du site. Mais c'est une espèce dont l'effectif a beaucoup diminué en quelques années d'observation en raison de sa surexploitation pour son bois ou par élimination pure et simple au profit des cultures ;

- *Khaya senegalensis*, le caïlcédrat, qu'on rencontre en bordure des bas-fonds ou sur les axes de drainage du site. Il jalonne donc la limite aval des parcs 3 et 4 ;

- *Diospyros mespiliformis*, dispersé sur l'ensemble des parcs à l'état de cépée et, pour quelques rares cas, de gros individus.

3.1.2. Regroupements et alignements sur hauts de versant

Si les parcs 1 et 2 des hauts de versants ont des surfaces beaucoup moins étendues que les parcs à *faidherbias* de bas de versant et bas-fonds, il n'en sont pas moins hétérogènes. Mais la diversité des associations ligneuses ainsi que la discontinuité de leur distribution sont observables à une échelle plus fine, révélée par le microparcélaire de ce site.

Faidherbia albida apparaît ici moins irrégulièrement distribué qu'en bas de versant et bas-fonds. Mais la dispersion n'est pas pour autant homogène car il existe des regroupements tant sur le parc 1 que sur le parc 2 (cf. carte 25) :

- sur le petit parc 2, où près de la moitié de l'effectif est concentré en 4 parcelles. Sur la plus grande (parcelle 3), l'exploitant actuel, Idrissa Ouédraogo, nous a informé que son père avait sélectionné des "brins" constituant le peuplement actuel dont il a hérité et qui compte aujourd'hui 16 *faidherbias*. Des cas semblables ont été mentionnés sur le parc 1 où des regroupements plus modestes de quelques individus sont observables ;
- en relation avec la topographie, sur le parc 1, *Faidherbia albida* borde la rupture de pente qui fait suite au plateau en amont du parc. En aval, la distribution de l'espèce s'organise en quelques alignements autour de la ravine centrale qui traverse le parc. Ailleurs, c'est autour d'un trou à "banco"¹ qu'elle se regroupe. Tout se passe comme si les accidents topographiques et les zones d'érosion conséquentes étaient des espaces privilégiés pour l'espèce. Cette relation revêt une importance particulière dans l'interprétation de la dynamique et de la multiplication de l'espèce que nous abordons ultérieurement.

Le baobab, *Adansonia digitata*, qui est l'espèce arborée la plus abondante des hauts de versant, après *faidherbia*, a une répartition spatiale plus régulière que ce dernier, du moins sur le parc 1. Il est dispersé sur près de 50 % des parcelles arborées et sur 65 % des parcelles portant des *faidherbias*.

¹Terre argileuse extraite pour faire des briques de construction, laissant sur le terrain de petites mares temporaires.

Le nime, *Azadirachta indica* suit largement la distribution spatiale de *Faidherbia albida*. Principalement représenté par de jeunes individus, on le rencontre fréquemment sous le houppier des grands faidherbias ou à proximité. Propagé par les oiseaux qui sont friands de ses fruits et perchent volontiers sur les faidherbias, il tend à être envahissant. On peut ainsi compter plusieurs dizaines de pieds que l'exploitant doit rabattre ou au mieux sélectionner. Il est parfois planté en délimitation parcellaire.

Les fruitiers, généralement très dispersés mais omniprésents, contribuent à homogénéiser le paysage des parcs à faidherbia. Ce sont quelques manguiers à proximité des habitations, de gros tamariniers (*Tamarindus indica*), des raisiniers (*Lannea microcarpa*) et surtout *Sclerocarya birrea*, ici plus abondant que les autres fruitiers.

Ficus gnaphalocarpa occupe préférentiellement le fond des ravines ou le bord des trous à banco. Quelques acacias, *Acacia nilotica* var. *adansonii* et *Acacia seyal*, leur sont parfois associés.

Balanites aegyptiaca apparaît sur le flanc des buttes situées en amont du parc 1, précédant quelques faidherbias. L'arbre est réduit à une forme arbustive lorsqu'il est cantonné en limite parcellaire. Il est alors étêté ou du moins émondé comme le sont la plupart des arbres en cette position.

Mais ce sont principalement, *Piliostigma reticulatum* et *Combretum micranthum* qui occupent les limites du parcellaire des parcs de haut de versant. Ces alignements incorporent localement *Guiera senegalensis* et quelques pieds de *Commiphora africana* et d'*Acacia nilotica* var. *adansonii*. Ils sont rarement denses au point de constituer des haies vives mais suffisent à borner des surfaces sans beaucoup prendre d'espace car les arbres et arbustes y sont régulièrement rabattus.

Ces ligneux constituent par leur arrangement spatial, mais aussi par leur dimension et leur aménagement, une structure distincte de celle de la strate arborée, généralement dispersée, des parcs proprement dits. Les deux structures coexistent sur l'ensemble du parcellaire.

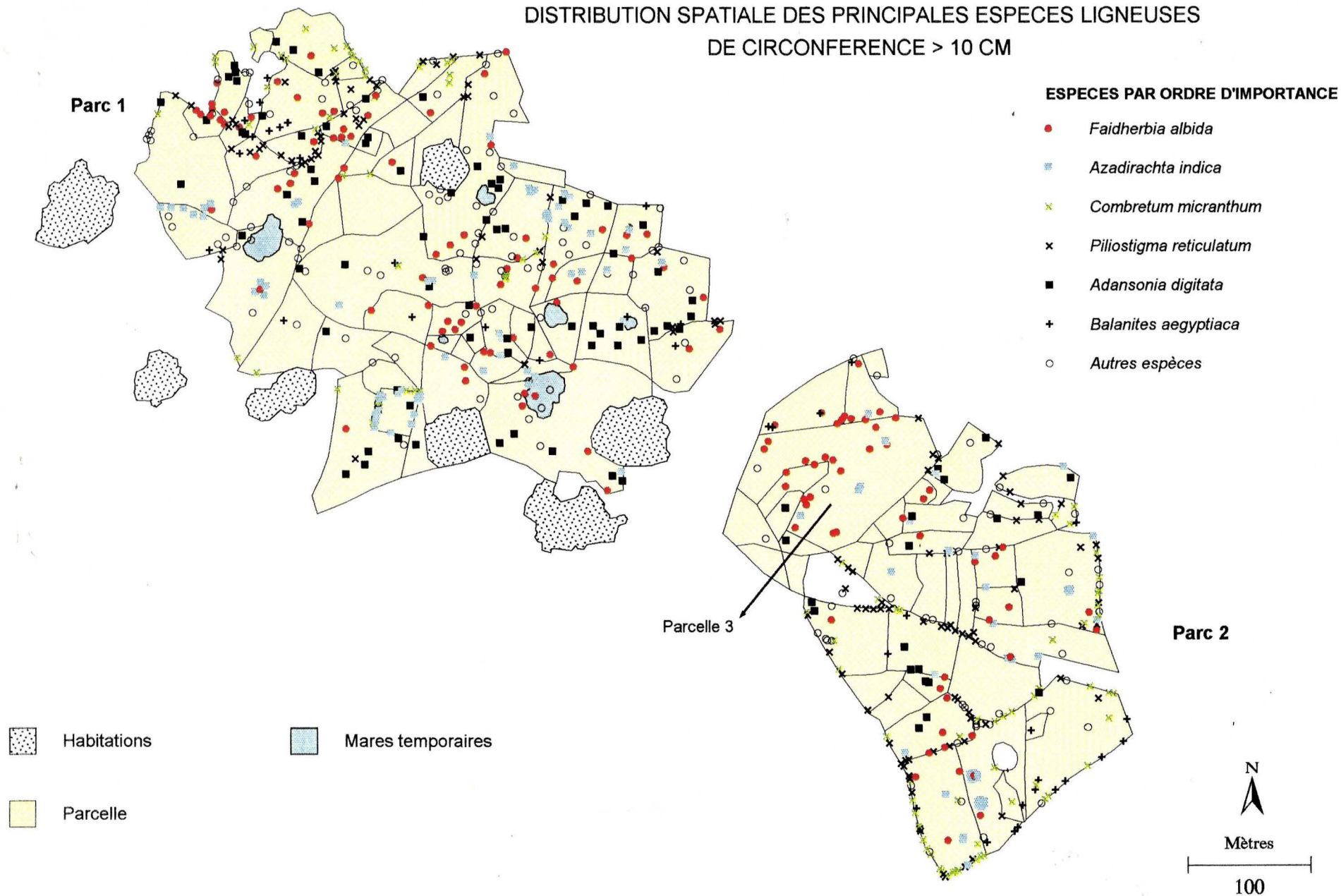
Par ce particularisme, les parcs à faidherbia de Watinoma se différencient singulièrement du parc de Dossi, au peuplement monostate et assez régulièrement dispersé.

3.1.3. La part de la strate ligneuse limitrophe dans l'effectif et la structure des parcs

L'importance effective de la strate arbustive alignée sur les limites du parcellaire, en particulier sur les parcs 1 et 2 de hauts de versant, conduit à différencier, en seconde analyse, cette population ligneuse de celle arborée et dispersée qui constitue les parcs.

Aussi, sur la base des inventaires et des enquêtes de terrain sur la gestion des ligneux, nous avons départagé l'effectif total des parcs en deux classes de structure définies par la circonférence et la position limitrophe des individus, soit en :

LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DES HAUTS DE VERSANT DE WATINOMA
DISTRIBUTION SPATIALE DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES
DE CIRCONFERENCE > 10 CM



TABEAU 25 : VARIATION DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE ET PLACE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES DIFFERENTS SITES DE WATINOMA EN FONCTION DU CARACTERE LIMITROPHE DE LA STRUCTURE LIGNEUSE

25.1. SITE DES HAUTS DE VERSANT (PARCS 1 ET 2) :

ESPECES	EFFECTIF TOTAL (%)	EFFECTIF DE LA STRUCTURE PARC OU STRUCTURE 0 (%)	EFFECTIF STRICT DE PLEIN CHAMPS (%)
<i>Faidherbia albida</i>	17,61	25,49	25,13
<i>Adansonia digitata</i>	13,03	17,98	20,73
<i>Azadirachta indica</i>	15,74	16,60	20,47
<i>Piliostigma reticulatum</i>	14,79	8,89	5,70
<i>Balanites aegyptiaca</i>	5,29	6,32	4,92
<i>Combretum micranthum</i>	13,30	3,36	4,40
<i>Sclerocarya birrea</i>	2,17	3,17	1,55
<i>Acacia nilotica</i> var. <i>adansonii</i>	2,44	2,76	1,55
<i>Mangifera indica</i>	1,63	2,18	3,11
<i>Acacia seyal</i>	1,63	1,98	1,55
<i>Lannea microcarpa</i>	1,09	1,58	1,30
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	1,09	1,58	1,30
Autres espèces	10,19 ¹	8,11 ²	8,29 ³

STRUCTURE 0 = tous ligneux de plein champs et ligneux limitrophes de C > 50 cm
69 % de l'effectif total

PLEIN CHAMPS = tous ligneux, dispersés en parc, excluant tous les ligneux limitrophes
52 % de l'effectif total

(1) 17 espèces

(2) 13 espèces

(3) 10 espèces

25.2. SITE DES BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS (PARCS 3 ET 4) :

ESPECES	EFFECTIF TOTAL (%)	EFFECTIF DE LA STRUCTURE PARC OU STRUCTURE 0 (%)	EFFECTIF STRICT DE PLEIN CHAMPS (%)
<i>Faidherbia albida</i>	17,19	17,27	24,20
<i>Mitragyna inermis</i>	11,35	13,57	10,11
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	10,41	12,44	12,86
<i>Piliostigma reticulatum</i>	10,25	9,97	9,95
<i>Balanites aegyptiaca</i>	11,09	9,25	5,36
<i>Gardenia ternifolia</i>	6,86	7,20	9,49
<i>Lannea microcarpa</i>	5,59	6,47	5,21
<i>Terminalia avidennioïdes</i>	2,46	2,88	2,60
<i>Acacia polyacantha</i>	3,47	2,67	1,53
<i>Acacia sieberiana</i>	2,71	2,26	1,07
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	1,78	2,16	2,45
<i>Sclerocarya birrea</i>	1,93	2,16	1,99
<i>Bombax costatum</i>	1,60	2,05	2,30
Autres espèces	13,31 ⁴	9,65 ⁵	10,88 ⁶

STRUCTURE 0 = tous ligneux de plein champs et ligneux limitrophes de C < 50 cm
82 % de l'effectif total

PLEIN CHAMPS = tous ligneux, dispersés en parc, excluant tous les ligneux limitrophes
55 % de l'effectif total

4) 29 espèces

(5) 22 espèces

(6) 19 espèces

- **structure 1** : tous les arbres ou arbustes de circonférence < 50 cm, placés en position de délimitation parcellaire. On a considéré que sous cette limite, l'effectif ne constituait plus une part structurante des parcs ;

- **structure 0** : les autres arbres et arbustes, dispersés ou groupés en plein champs, quelque soit leur dimension, et les arbres et arbustes limitrophes > 50 cm de circonférence. Nous n'avons donc pas assimilé tous les ligneux limitrophes -les plus grands- aux arbustes et petits arbres régulièrement rabattus des alignements. En effet, un certain nombre d'arbres dont *Faidherbia albida* peuvent être à la fois limitrophes et dispersés et constituer donc une partie intégrante de la structure du parc. Qu'ils soient conservés en position limitrophe plutôt qu'en plein champs conduit évidemment à poser la question de l'acceptation de l'espèce par l'exploitant et celle des avantages liés à ce positionnement.

La distribution des effectifs ligneux ainsi structurés donne une image différente de la composition floristique des parcs de Watinoma sans que la part relative de *Faidherbia albida* soit beaucoup modifiée ainsi que le montrent les **tableaux 25.1 et 25.2**, la **carte 26** et l'**annexe 19**.

3.1.3.1. Effectif restreint à la structure 0 :

La comparaison des effectifs et des distributions spécifiques par site en fonction de la structure ligneuse fait ressortir les caractères suivants (cf. **graphiques 31 et 32**) :

Sur les parcs de hauts de versant où la flore arbustive est abondante, ce sont la plupart des combretaceae -*Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis*- et un nombre élevé de *Piliostigma reticulatum* qui constituent les alignements de la structure 1.

S'y ajoutent des nimes (*Azadirachta indica*) dont la régénération peut émerger de haies les protégeant initialement quand ils ne sont pas délibérément plantés en alignement. Pour le reste, ce sont quelques pieds de *Balanites aegyptiaca* ou d'*Acacia nilotica* var *adansonii*. Ne formant pas de haies continues, ces alignements de délimitation n'ont pas de rôle défensif, à l'exception d'une parcelle sur le parc 2 en bordure d'un chemin ou passent les troupeaux. Un point distinctif de cette strate arbustive limitrophe est de ne pas avoir le caractère de permanence des arbres de parc car elle est en début de saison agricole fortement rabattue ;

Les principaux arbres, *Faidherbia albida* et *Adansonia digitata*, sont quant à eux presque tous de la structure 0 qui correspond au parc dans sa définition. Avec cette restriction sur la structure, 69 % de l'effectif relève des parcs à *faidherbia* sur hauts de versant. Toutefois, si les principales espèces arborées prennent une part sensiblement plus importance, la diversité floristique reste élevée.

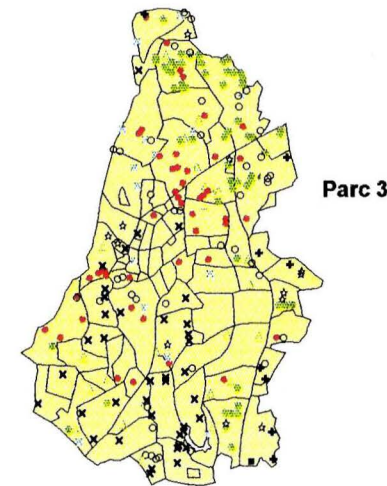
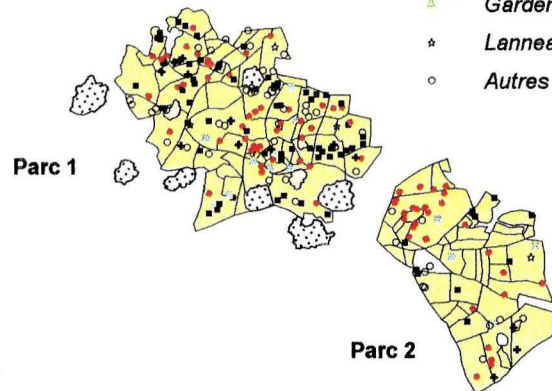
Sur les parcs de bas-fonds et de bas de versant, 82 % des effectifs ligneux relèvent de la structure 0. *Balanites aegyptiaca*, *Piliostigma reticulatum*, quelques jeunes *faidherbias* et divers arbustes en position limitrophe constituent la plus grande part de la structure 1. La différence structurale est ici beaucoup moins marquée que sur les hauts de versants. Les alignements sont en outre très localisés. Ils affectent une étroite bande de parcelles des bas de versant.

LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA
DISTRIBUTION DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES
CONSTITUTIVES DE LA STRUCTURE PARC (1)

PRINCIPALES ESPECES PAR ORDRE D'IMPORTANCE

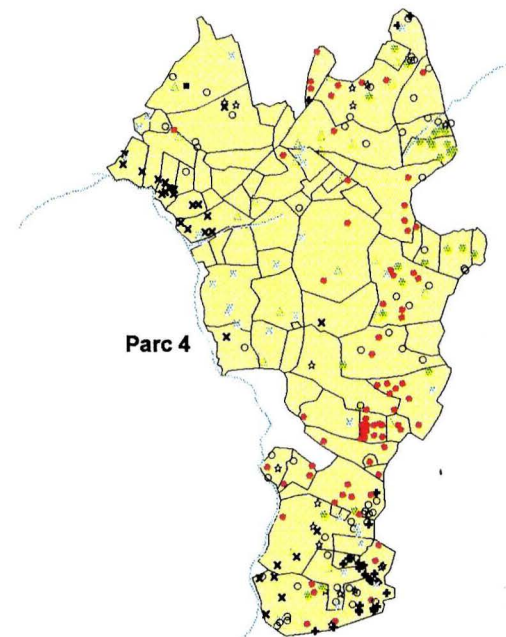
- *Faidherbia albida*
- × *Piliostigma reticulatum*
- × *Mitragyna inermis*
- + *Balanites aegyptiaca*
- *Butyrospermum paradoxum*
- *Adansonia digitata*
- *Azadirachta indica*
- △ *Gardenia ternifolia*
- ☆ *Lannea microcarpa*
- Autres espèces

Site 1: Hauts de versant



Parc 3

Site 2: Bas de versant et bas-fonds



Parc 4



Habitations



Cours d'eau temporaires



Parcelle



Mètres

200

CIRAD-Forêt Août 1995

(1) Structure parc: Tous ligneux de plein champs et ligneux limitrophes de circonférence > 50 cm, excluant les haies d'arbustes.

Ce sont, par ailleurs, de brefs alignements sur drains à base d'*Acacia polyacantha* ou d'*Acacia sieberiana*. Comme sur hauts de versants, ces ligneux bornent en alignements généralement lâches et discontinus les parcelles.

Tant sur les parcs de hauts de versant que sur ceux de bas de versant et bas-fonds, si on exclue la fraction ligneuse correspondant à la structure 1, la dominance de *Faidherbia albida* demeure médiocre : 17 et 25 % sur les 2 sites respectifs.

3.1.3.2. Effectif strict de plein champs

Avec un degré de restriction supplémentaire, si on départage sans distinction tous les arbres limitrophes des autres de plein champs, l'occupation spatiale des ligneux apparaît comme l'un des caractères les plus discriminants des parcs de hauts de versant (cf. **graphique 33** et **tableau 25.1 correspondants**) :

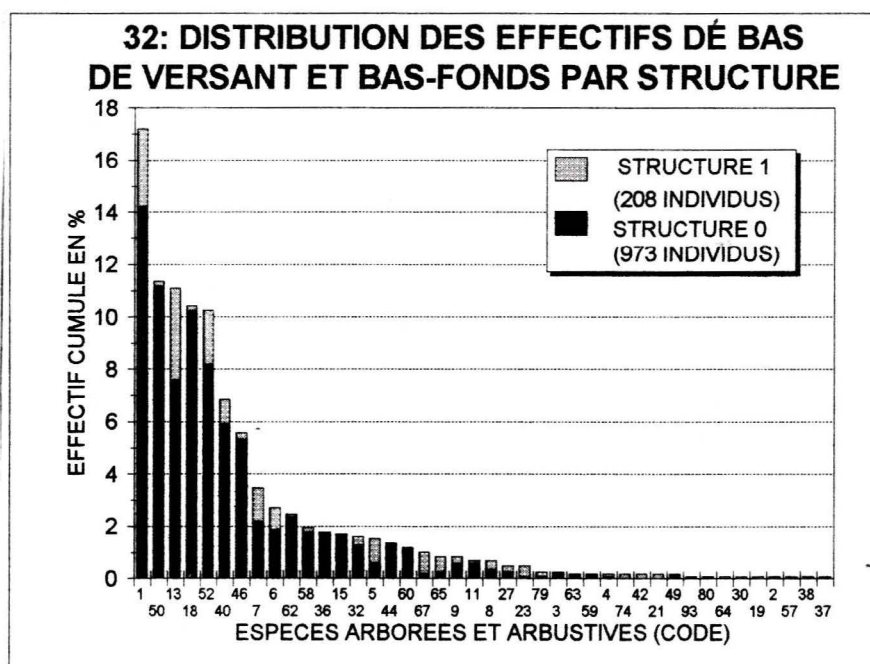
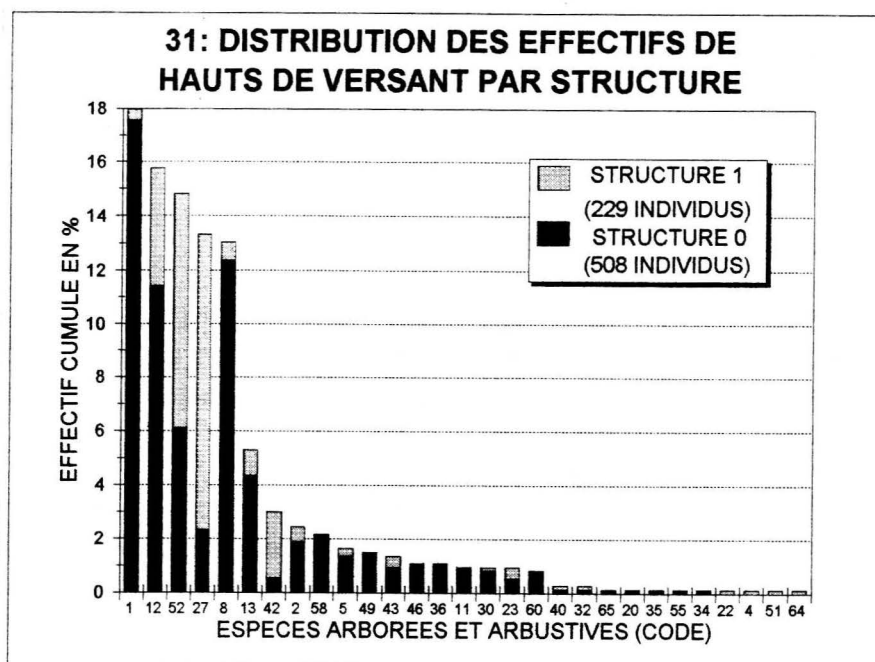
- un arbuste sur deux, des parcs de hauts de versant est conservé sur une limite parcellaire. 80 % des *Piliostigma reticulatum*, *Combretum micranthum* et *Guiera senegalensis* sont sur des limites parcellaires. Régulièrement rabattues, ces espèces fournissent du petit bois et délimitent précisément le foncier comme nous avons pu le constater sur le terrain lors des levés parcellaires. Leur abondance est directement liée à l'effet multiplicateur du microparcellaire, qui représente un kilométrage périmétral élevé (plus d'un km par hectare de parc). Mais le parc n'est nullement compartimenté car les alignements sont pour la plupart bas et discontinus et, de fait, la structure parc s'impose à l'ensemble malgré la présence de quelques grands arbres limitrophes ;

- 25 % des *Faidherbia albida* des hauts de versant occupent une position limitrophe. Ils ont presque tous une circonférence > 50 cm. Selon certains exploitants interrogés, ces arbres ont pour origine des régénérations fortuites conservées sans qu'une fonction de bornage ait été spécifiquement attribuée à *Faidherbia albida*. Il est par ailleurs rare de trouver alignés deux *faidherbias* ou plus. Il en va ainsi de la plupart des grands arbres en position limitrophe tels que le raisinier (*Lannea microcarpa*), *Sclerocarya birrea*, le tamarinier (*Tamarindus indica*) ou encore *Ficus gnaphalocarpa*. Pour d'autres exploitants, l'exiguïté du parcellaire conduit à conserver préférentiellement les espèces les plus utiles en périphérie de leur parcelle ;

Sur bas de versant et bas-fonds, on constate que seuls 55 % des individus sont dispersés en plein champs (cf. **Grafique 34** et **tableau 25.2 correspondant**) :

- on retrouve parmi les principales espèces limitrophes *Balanites aegyptiaca* et *Piliostigma reticulatum*. Mais s'y ajoutent *Acacia polyacantha*, *Acacia sieberiana*, *Mitragyna inermis*, *Butyrospermum paradoxum* et *Lannea microcarpa*. Les espèces fruitières sont généralement en délimitation parcellaire à très large espacement présentant donc un caractère de dispersion propre aux arbres de parc, à l'inverse des acacias et de beaucoup de mitragynes, alignés sur drains.

GRAPHIQUES 31 ET 32: COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA, PAR SITE, EN FONCTION DE LA STRUCTURE LIGNEUSE CONSTITUTIVE DES PARCS



1 FAIDHERBIA ALBIDA	22 CASSIA SIAMEA	51 MORINGA OLEIFERA
2 ACACIA NILOTICA ADANSONII	23 CASSIA SIEBERIANA	52 PILIOSTIGMA RETICULATUM
3 ACACIA MACROSTACHYA	27 COMBRETUM MICRANTHUM	55 PROSOPIS JULIFLORA
4 ACACIA SENEGAL	30 COMMIPHORA AFRICANA	57 PTEROCARPUS LUCENS
5 ACACIA SEYAL	32 DIOSPYROS MESPILIFORMIS	58 SCLEROCARYA BIRREA
6 ACACIA SIEBERIANA	34 EUCALYPTUS CAMALDULENSIS	59 STEREOSPERMUM KUNTHIANUM
7 ACACIA POLYACANTHA	35 EUPHORBIA BALSAMIFERA	60 TAMARINDUS INDICA
8 ADANSONIA DIGITATA	36 FICUS GNAPHALOCARPA	62 TERMINALIA AVICENNIODES
9 ALBIZIA CHEVALIERI	37 FICUS ITEOPHYLLA	63 VITEX DONIANA
11 ANOGEISSUS LEIOCARPUS	38 FICUS PLATYPHYLLA	64 XIMENIA AMERICANA
12 AZADIRACHTA INDICA	40 GARDENIA TERNIFOLIA	65 ZIZIPHUS MAURITIANA
13 BALANITES AEGYPTIACA	42 GUIERA SENEGALENSIS	67 COMBRETUM PANICULATUM
15 BOMBAX COSTATUM	43 JATROPHA CURCAS	74 STRYCHNOS SPINOSA
18 BUTYROSPERMUM PARADOXUM	44 KHAYA SENEGALENSIS	79 MAYTENUS SENEGALENSIS
19 CADABA FARINOSA	46 LANNEA MICROCARPA	80 DALBERGIA MELANOXYLON
20 CALOTROPIS PROCERA	49 MANGIFERA INDICA	93 ACACIA RADDIANA
21 CAPPARIS CORYMBOSA	50 MITRAGINA INERMIS	

STRUCTURE 0: INDIVIDUS LIMITROPHES DE CIRCONFERENCE > 50 CM ET DISPENSES, DE PLEIN CHAMPS
STRUCTURE 1: INDIVIDUS LIMITROPHES DE CIRCONFERENCE < 50 CM

- *Faidherbia albida* apparaît ici comme l'espèce la plus dispersée en plein champs, et de fait la mieux associée aux cultures. On constate que ce ne sont que de petits individus qui occupent les limites parcellaires. S'agissant d'arbres jeunes, le phénomène est donc récent. On peut y voir une réponse à la pression de plus en plus forte qui s'exerce sur les terres de bas-fonds depuis ces dernières années :

Finalement on relève que la diversité floristique est réduite de près de 25 % en amont comme en aval. La richesse floristique des parcs de Watinoma dépend donc largement des espèces arbustives, pour la plupart conservées sur les limites du parcellaire. Par contre même si on ne considère que les seuls peuplements constitués d'individus de plein champs, la part spécifique de *Faidherbia albida* reste faible, inférieure à 25 % de l'effectif des parcs.

3.2. TENDANCE MONOSPECIFIQUE ET HOMOGENEITE DU PARC DE DOSSI

La tendance monospécifique du parc à *faidherbia* et la régularité de la distribution de l'espèce à Dossi marquent la différence avec Watinoma ainsi qu'il ressort de la **carte 27**.

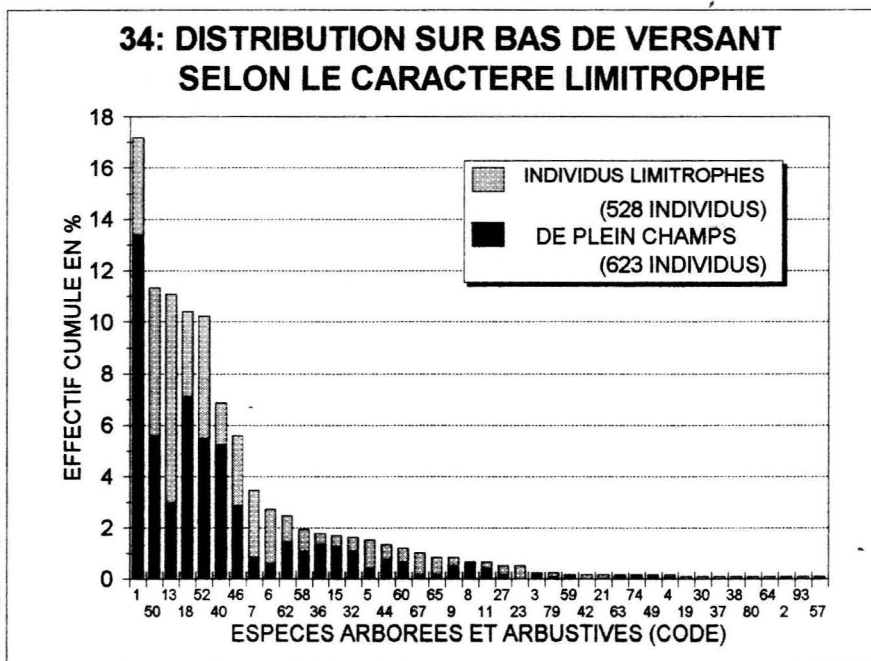
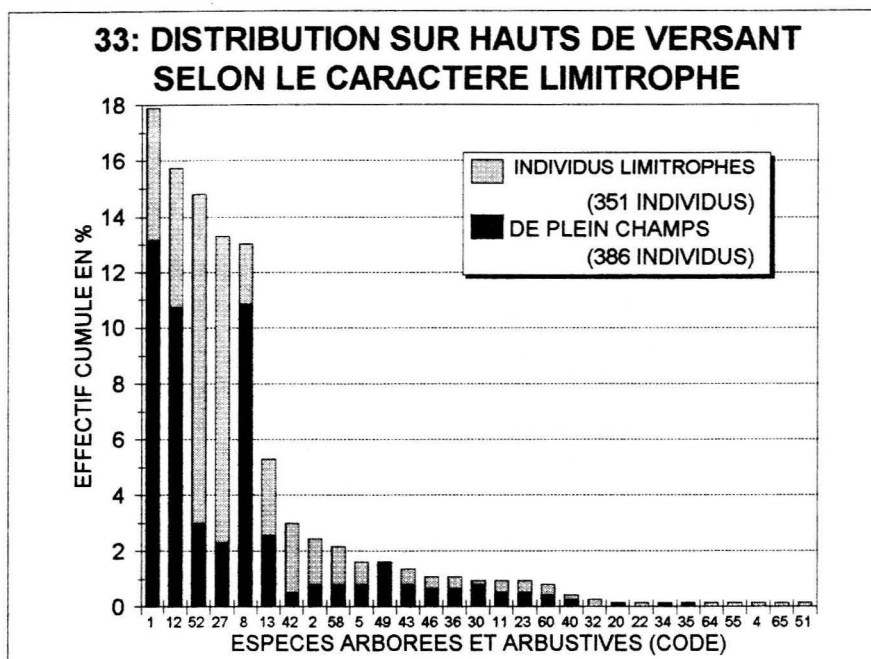
Cependant, on relève au sein du parc quelques vides floristiques alors qu'en périphérie apparaît une diversité floristique. Ces variations sont presque toujours liées au facteur jachère, au moins pour ce qui concerne le caractère composite des parcelles inventoriées.

3.2.1. La part des jachères dans la composition floristique du parc

Les jachères arbustives couvrent une surface non négligeable du parc à *Faidherbia albida* de Dossi, particulièrement sur sa périphérie. Au cours des trois années de suivi cultural du parcellaire levé sur transects, 20 % des parcelles ont été mises en jachères durant 2 ou 3 ans successifs. Sur les marges est et ouest du parc, en hauts des versant, ce sont près du quart des parcelles qui ainsi mises en jachère ont leurs effectifs ligneux fortement augmentés. S'agissant d'individus rejetant vigoureusement de souche pour la plupart, leur recrutement dans les premières classes de circonférence de l'inventaire (10 cm) est effectif en 2 à 3 ans, à la différence des jachères d'un an, généralement herbacées.

Aussi, une seconde analyse de la composition floristique a-t-elle été faite afin de préciser la part de l'effectif ligneux des jachères les plus longues, considérées comme des espaces temporairement -et éventuellement définitivement- non fonctionnels du parc à *Faidherbia albida*.

GRAPHIQUES 33 ET 34 : COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA, PAR SITE, EN FONCTION DES CARACTERES LIMITROPHE ET STRICT DE PLEIN CHAMPS DES LIGNEUX



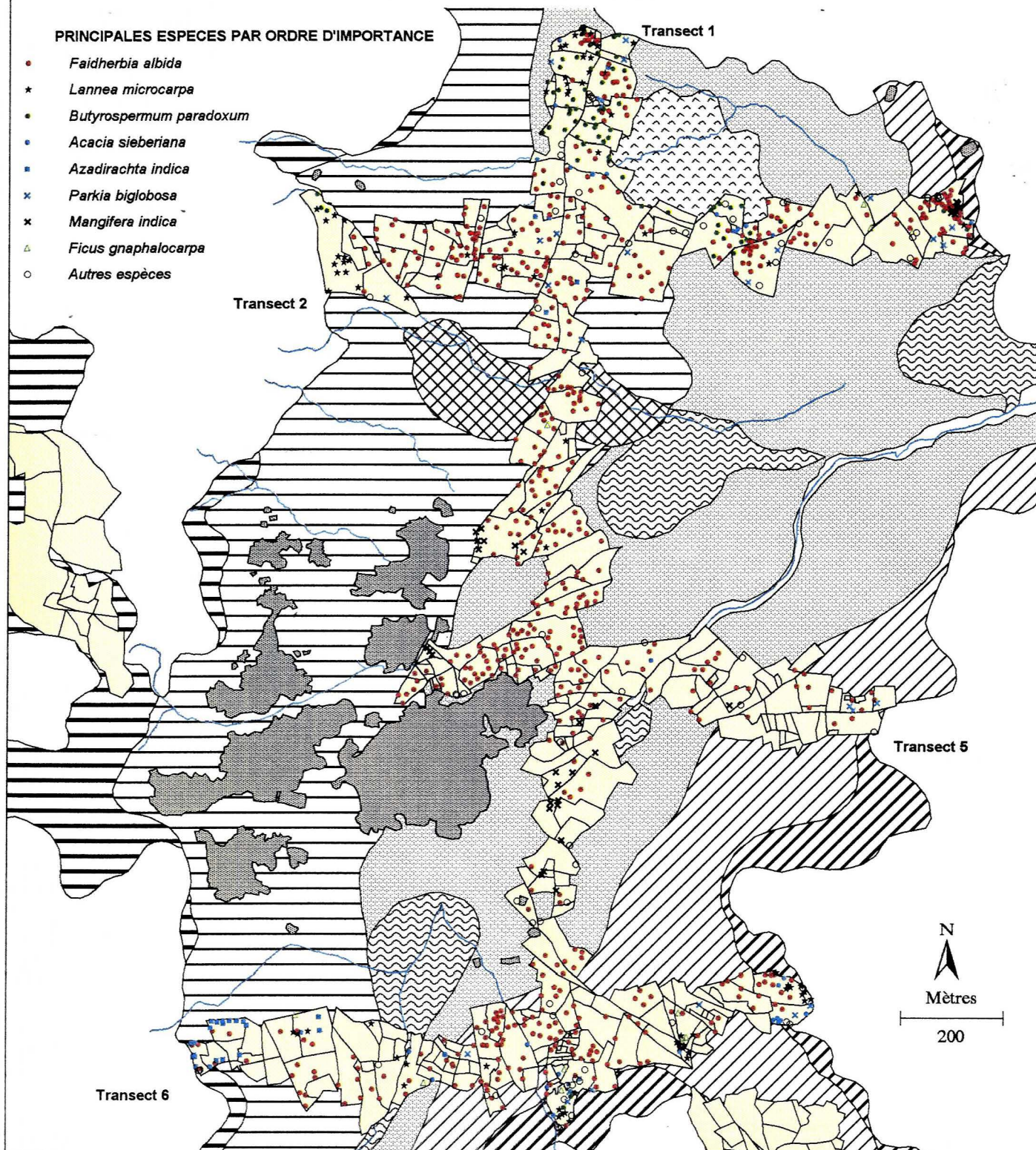
1 FAIDHERBIA ALBIDA	22 CASSIA SIAMEA	51 MORINGA OLEIFERA
2 ACACIA NILOTICA ADANSONI	23 CASSIA SIEBERIANA	52 Ptilostigma reticulatum
3 ACACIA MACROSTACHYA	27 COMBRETUM MICRANTHUM	55 PROSOPIS JULIFLORA
4 ACACIA SENEGAL	30 COMMIPHORA AFRICANA	57 PTEROCARPUS LUCENS
5 ACACIA SEYAL	32 DIOSPYROS MESPILIFORMIS	58 SCLEROCARYA BIRREA
6 ACACIA SIEBERIANA	34 EUCALYPTUS CAMALDULENSIS	59 STEREOSPERMUM KUNTHIANUM
7 ACACIA POLYACANTHA	35 EUPHORBIA BALSAMIFERA	60 TAMARINDUS INDICA
8 ADANSONIA DIGITATA	36 FICUS GNAPHALOCARPA	62 TERMINALIA AVICENNIODES
9 ALBIZIA CHEVALIERI	37 FICUS ITEOPHYLLA	63 VITEX DONIANA
11 ANOGEISSUS LEIOCARPUS	38 FICUS PLATYPHYLLA	64 XIMENIA AMERICANA
12 AZADIRACHTA INDICA	40 GARDENIA TERNIFOLIA	65 ZIZIPHUS MAURITIANA
13 BALANITES AEGYPTIACA	42 GUIERA SENEGALENSIS	67 COMBRETUM PANICULATUM
15 BOMBAX COSTATUM	43 JATROPHA CURCAS	74 STRYCHNOS SPINOSA
18 BUTYROSPERMUM PARADOXUM	44 KHAYA SENEGALENSIS	79 MAYTENUS SENEGALENSIS
19 CADABA FARINOSA	46 LAMNEA MICROCARPA	80 DALBERGIA MELANOXYLON
20 CALOTROPIS PROCERA	49 MANGIFERA INDICA	93 ACACIA RADDIANA
21 CAPPARIS CORYMBOSA	50 MYRTAGINA INERMIS	

CARTE 27

LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
DISTRIBUTION SPATIALE DES PRINCIPALES ESPECES LIGNEUSES
A L'ECHELLE DU PARCELLAIRE

PRINCIPALES ESPECES PAR ORDRE D'IMPORTANCE

- *Faidherbia albida*
- * *Lannea microcarpa*
- *Butyrospermum paradoxum*
- *Acacia sieberiana*
- *Azadirachta indica*
- x *Parkia biglobosa*
- x *Mangifera indica*
- △ *Ficus gnaphalocarpa*
- Autres espèces



Versant OUEST (collines birrimiennes)

- Sols peu évolués d'érosion lithique
- Sols B.E peu évolués d'apport colluvial
- Sols B.E peu évolués à caractère vertique

CENTRE (dépression périphérique)

- Sols B.E à hydromorphie de profondeur
- Sols B.E à hydromorphie généralisée
- Sols B.E vertiques

Versant EST (buttes cuirassées)

- Sols F.T lessivés indurés et B.E ferruginisés
- Sols F.T lessivés indurés et peu évolués
- Habitations

Les résultats donnés aux **annexes 15 à 18** et figurés aux **graphiques 35 et 36** montrent une contribution fort différente des espèces aux distributions floristiques des parcelles cultivées et des jachères :

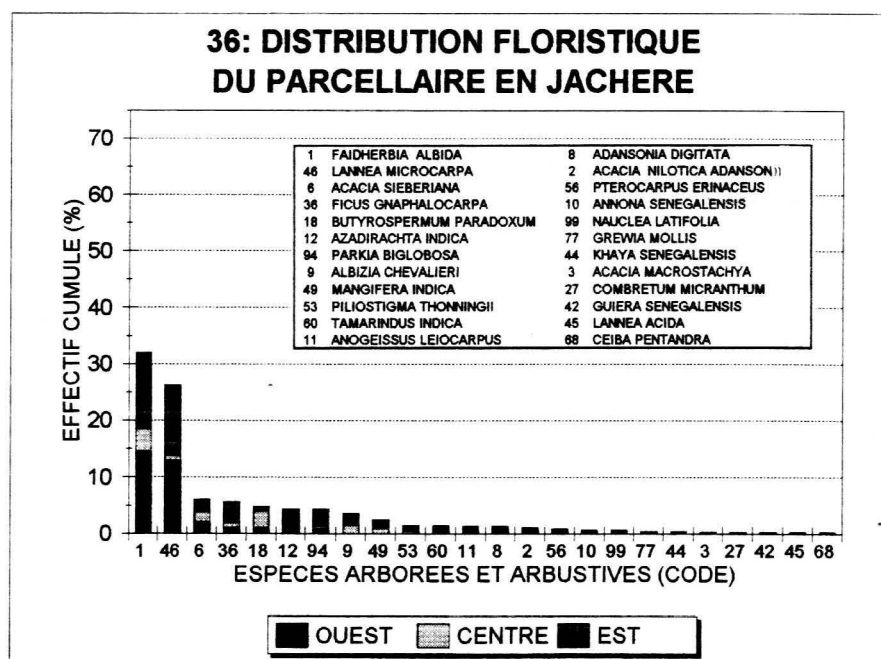
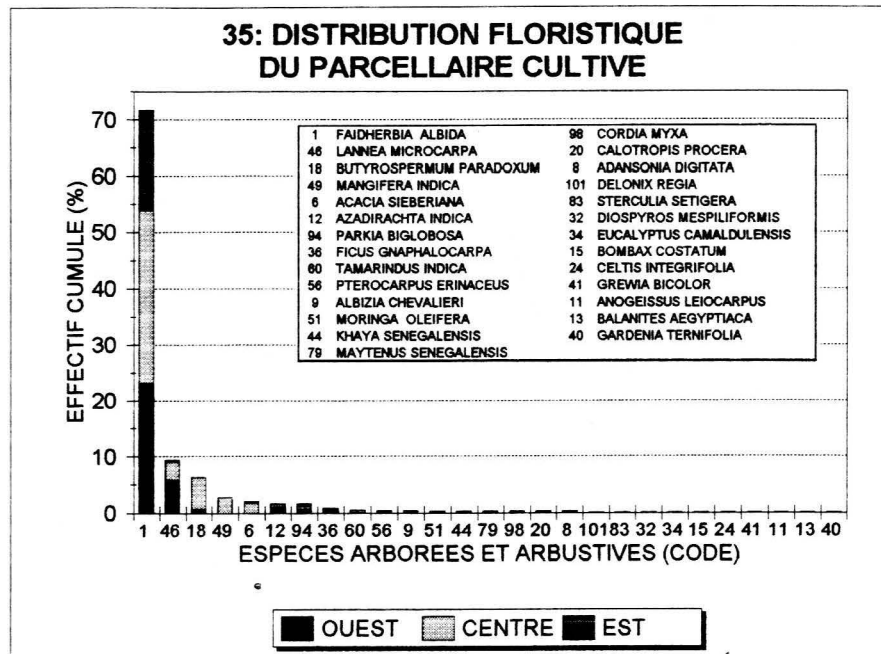
*** A l'échelle du parc :**

- la part de *Faidherbia albida* en parc cultivé atteint 72 % alors qu'en jachère l'espèce ne représente plus que 32 % de l'effectif ligneux. La différence résulte cependant beaucoup plus de l'enrichissement en diverses espèces que de l'appauvrissement en faidherbias dont la variation effective en deux à trois ans de jachère est inférieure à 5 % ;
- inversement, le raisinier (*Lannea microcarpa*) et, dans une moindre mesure, *Acacia sieberiana* et *Ficus gnaphalocarpa* abondent dans les jachères (34 %) ;
- si les 14 espèces communes aux deux structures rassemblent la majorité des effectifs, ces structures diffèrent cependant par 23 espèces pour la plupart arbustives et représentatives de la jachère.

*** A l'échelle des unités topographiques et morphopédologiques :**

- sur le versant ouest du parc et les collines birrimiennes, la part de *Faidherbia albida* varie, des sols colluviaux de bas de pente aux sols peu évolués en leur sommet, de 88 à 39 % sur parcelles cultivées et de 58 à 27 % sur jachères. Le raisinier suit la tendance inverse, dominant à 43 % l'effectif ligneux des jachères des collines. En bas des versants, le nime (*Azadirachta indica*) est particulièrement abondant sur les jachères de quelques années (22 %) ;
- c'est sur les sols ferrugineux tropicaux ou bruns eutrophes ferruginisés du versant oriental que les variations entre bas et hauts de versant sont les plus fortes : *Faidherbia albida* qui compte respectivement de 92 à 67 % des effectifs sur parcelles cultivées n'en représente plus que 54 et 14 % sur jachères. Sur ces dernières, ici comme ailleurs, abonde le raisinier mais aussi *Acacia sieberiana*, *Anogeissus leiocarpus* et *Ficus gnaphalocarpa*. Ce figuier est un arbre assez commun sur les hautes terrasses cultivées de ce versant. Le manguier en micro-vergers n'est pas rare en jachère sur le bas des versants, comme au centre du parc ;
- dans la partie centrale du parc, les différences sont moins marquées, car les jachères y sont moins étendues. et moins longues sur les sols bruns eutrophes plus ou moins hydromorphes. *Faidherbia albida* domine en parc cultivé (72 à 73 %) comme en jachère (41 à 50 %). Sur les sols vertiques, l'espèce est

GRAPHIQUES 35 ET 36: COMPARAISON DE LA COMPOSITION FLORISTIQUE DES PARCELLAIRES AVEC OU SANS JACHERES DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI



PARCELLES CULTIVEES: 80% DE LA SURFACE DU PARC ,78% DU PARCELLAIRE
JACHERES: 20% DE LA SURFACE DU PARC ,22% DU PARCELLAIRE

médiocrement présente sur les espaces cultivés. Elle est quasi-absente sur ces sols en jachère. Le karité domine l'espèce dans les deux cas. Il est généralement commun sur les jachères sur autres types de sol. Il est associé au raisinier et, localement, au néré, sur les marges nord et sud du parc.

*** A l'échelle du parcellaire :**

- 40 % des parcelles cultivées portent exclusivement des *Faidherbias* alors qu'à Watinoma il n'y en a que 6 %. Cette différence traduit bien le caractère composite des parcs de Watinoma et la tendance monospécifique qui prévaut à Dossi. Car même sur les parcelles associant d'autres espèces, *Faidherbia albida* est à Dossi presque toujours l'espèce dominante, à l'inverse de ce qui est observé à Watinoma.

3.2.2. Régularité de la dispersion spatiale du *Faidherbia* et hétérogénéités locales

Par comparaison avec les parcs de Watinoma où près d'un ligneux sur deux est en position de délimitation parcellaire, à Dossi, les deux tiers des individus sont dispersés en plein champs, les trois quarts le sont pour l'effectif en *Faidherbia albida*. Cette proportion varie très peu d'une unité topographique à l'autre.

La plupart des arbres observés en position limitrophe sur le parcellaire le sont inévitablement en raison de l'exigüité des parcelles. Dans tous les cas, ils n'apparaissent que très rarement contigus de sorte que le caractère de dispersion spatiale reste dominant et, finalement, ces arbres contribuent à l'homogénéité structurale du parc à *Faidherbia albida* de Dossi.

On observe toutefois, localement, des variations floristiques importantes au sein du parc, indépendamment du facteur jachère. C'est le cas du secteur centre-sud, entre le village et l'espacement sud du parc. *Faidherbia* se rarefie au point de totalement disparaître du parcellaire (cf. carte 27). Une double interprétation peut être donnée à ce cas. D'une part, les sols bruns eutrophes du secteur présentent par endroits un caractère d'hydromorphie marquée qui peut limiter la régénération de l'espèce ainsi que nous le verrons au paragraphe suivant traitant de la densité et de ses variations de site. Mais le secteur est devenu une zone de prédilection du manguier qui se substitue progressivement au *Faidherbia*. De nombreux plants que l'inventaire ne révèle pas ($C < 10$ cm) y ont été installés en microvergers ces dernières années. L'hétérogénéité est ici principalement le fait des facteurs d'aménagement.

3.3. LA DENSITE LIGNEUSE ET SES VARIATIONS SELON LE SITE ET LE PARCELLAIRE

En raison de l'importance de l'effectif ligneux en jachère à Dossi et de la strate arbustive limitrophe à Watinoma, les densités ont été analysées dans un premier temps, globalement, et dans un second temps en tenant compte des contributions respectives des différentes fractions ligneuses des parcs.

Les données relatives aux effectifs, surfaces et densités correspondantes, rapportées à l'hectare pour le parcellaire de chaque site ou unité pédologique, sont données en **annexe 21**.

3.3.1. Des densités à dominance forte en *Faidherbia* sur l'ensemble du parc de Dossi

La part de *Faidherbia albida* dans la densité ligneuse du parc est figurée au **graphique 37**, construit à partir de l'effectif inventorié sur transects. Les densités calculées sur cet échantillon ont une distribution identique à celle des densités tirées de l'inventaire total illustrées par la **carte 28** bien que leur étant très légèrement supérieures.

A l'échelle des unités morphopédologiques du parc, on observe :

- une large plage de densités variant très peu autour de 8 à 9 *Faidherbias*/ha. Cette plage correspond d'ailleurs à la densité moyenne du parc. Elle s'étend sur les trois quarts de la surface du parc, de la dépression périphérique aux bas des versants est et ouest. Là, sur les sols moyennement profonds à profonds, les mieux drainés et de fertilité élevée, le parc apparaît très homogène ;

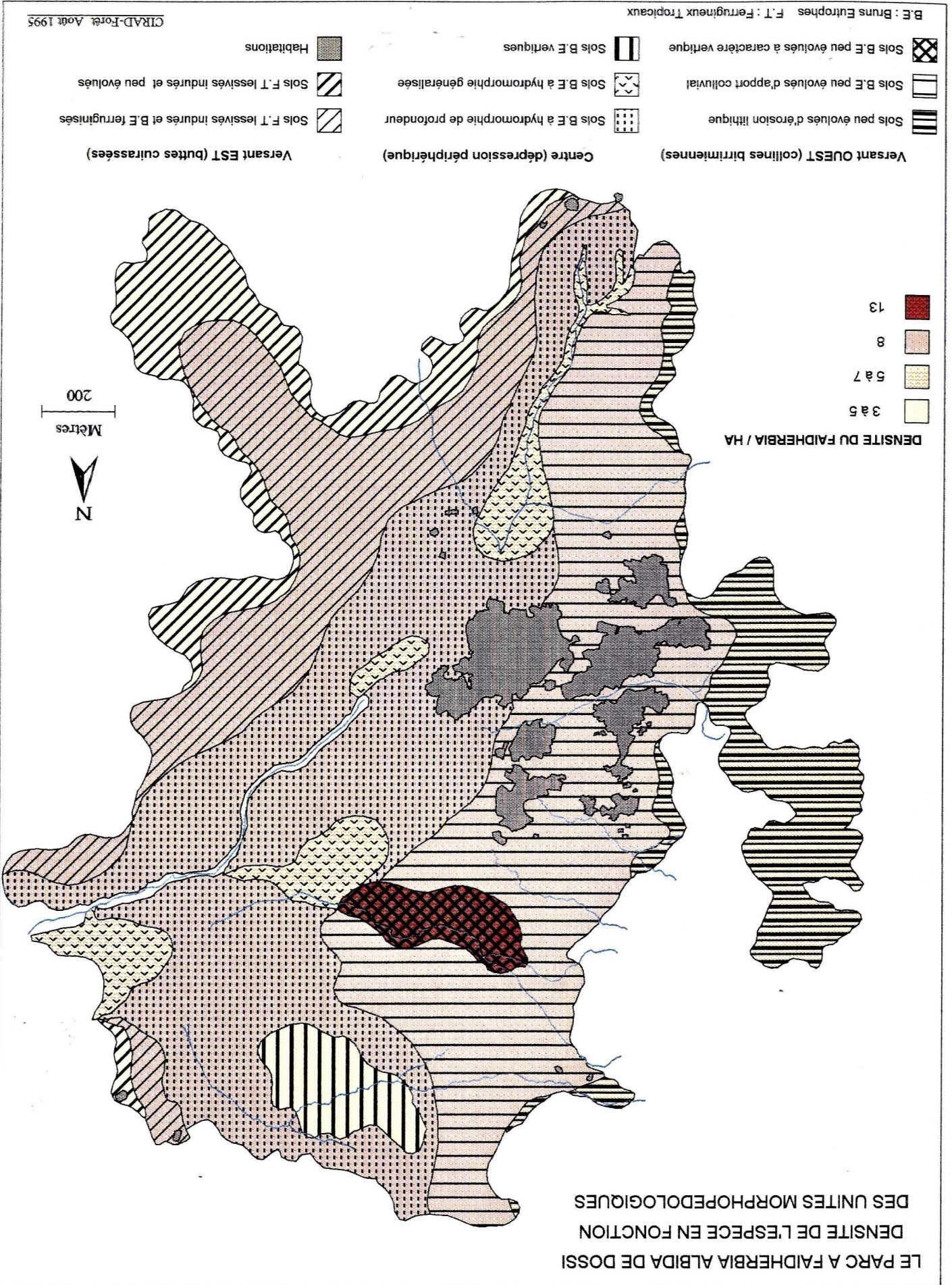
- de faibles à médiocres densités, d'une part, sur les hauts de versants qui encadrent le parc et, d'autre part, en son centre, par taches, sur les sols les plus hydromorphes. On relève les plus faibles densités sur les sols vertiques, sols les moins bien drainés (3 *Faidherbias*/ha) et sur les sols indurés ou peu évolués, sur cuirasse affleurante du versant oriental (4 à 5/ha). Sur ces deux types de sol, la nappe d'eau proche de la surface du sol et quasi-permanente, pour les premiers, et l'horizon d'induration pour les seconds, constituent des obstacles majeurs à l'installation du *Faidherbia*. Le développement de l'espèce est également médiocre ainsi que nous le verrons ultérieurement pour ce qui concerne les caractéristiques dendrométriques de l'arbre ;

- la densité la plus élevée (13 *Faidherbias*/ha) sur la petite unité des sols bruns eutrophes colluviaux à caractère vertique du versant ouest. Ces sols sont, rappelons-le, bien drainés en profondeur ;

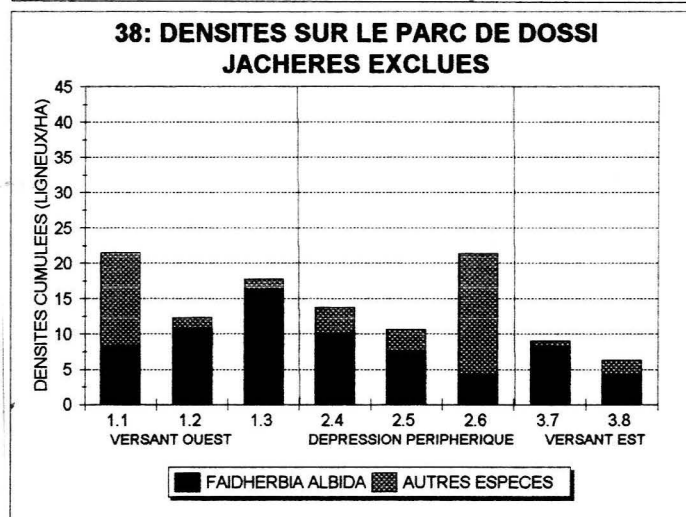
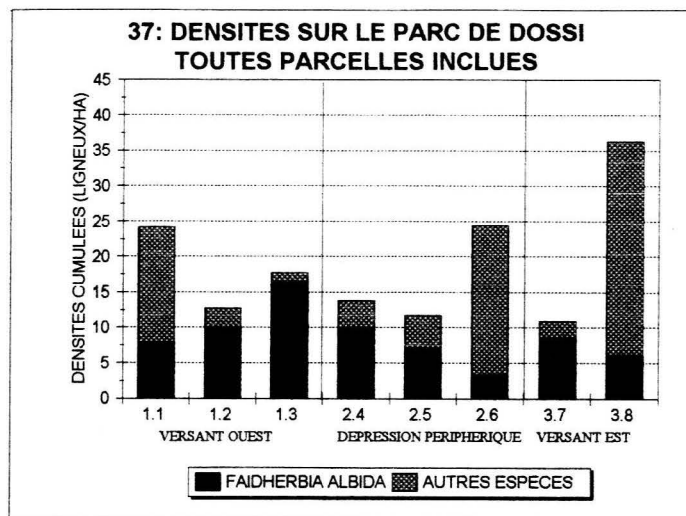
La comparaison de la densité des peuplements avec et sans jachères (23 % de la surface pour ces dernières), montre que la différence tient aux espèces autres que *Faidherbia albida* (**graphiques 37 et 38**). Les densités varient plus sur les versants est et ouest qu'au centre du parc car, sur ces sites aux sols les plus superficiels qui forment la périphérie du parc, les jachères y sont plus étendues et les plus longues. Il est donc logique d'y trouver les densités les plus fortes et les plus composites, aux dépens du *Faidherbia*. Dominées par le raisinier (*Lannea microcarpa*), celles-ci varient de 16 à 30 individus/ha.

CARTE 28

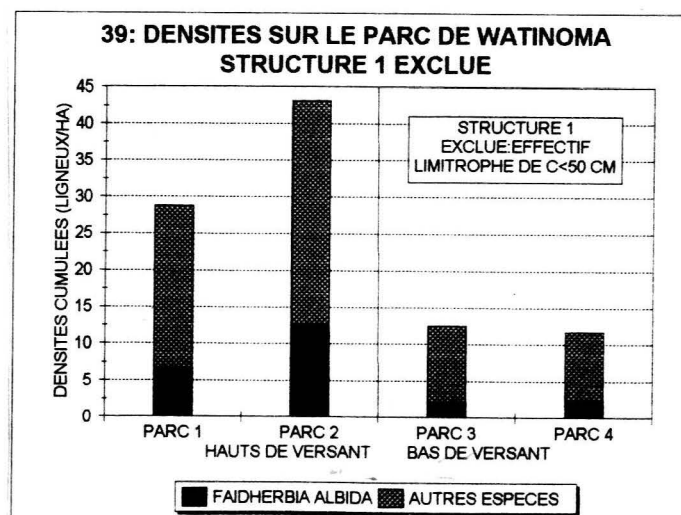
LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
DENSITE DE L'ESPECE EN FONCTION
DES UNITES MORPHOLOGOQUES



GRAPHIQUES 37, 38 ET 39: VARIATION DE LA DENSITE DE FAIDHERBIA ALBIDA ET DES AUTRES ESPECES EN FONCTION DU SITE ET DE LA STRUCTURE A DOSSI ET A WATINOMA



UNITES PEDOLOGIQUES DES 3 SITES	
1.1	SOLS PEU EVOLUES D'EROSION LITHIQUE
1.2	SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES D'APPORT COLLUVIAL
1.3	SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES A CARACTERE VERTIQUE
2.4	SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR
2.5	SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE GENERALISEE
2.6	SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES
3.7	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET BRUNS EUTROPHES FERRUGINEUSES
3.8	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET PEU EVOLUES



Sur les sols vertiques du centre-nord du parc, la concentration de ligneux autres que *Faidherbia* (21 individus/ha) tient à la relative abondance du karité (*Butyrospermum paradoxum*), observé autant sur les parcelles cultivées que sur les jachères, fréquentes sur cette unité.

Ailleurs, au sein du parc, les jachères sont beaucoup moins étendues et les densités varient peu, essentiellement constituées de *Faidherbia albida*. La distribution des densités de l'espèce en fonction des différentes unités morphopédologiques et du facteur jachère présente alors un profil quasi-identique d'un histogramme à l'autre.

A l'échelle du parc fonctionnel, excluant donc la jachère, un gradient de densité apparaît d'ouest en est. Moins marqué pour le *Faidherbia* que pour les autres espèces, il varie respectivement :

- de 16 individus/ha à l'ouest (11 *Faidherbias*, 5 autres espèces),
- à 14 individus/ha au centre (10 *Faidherbias*, 4 autres espèces),
- puis 9 individus/ha à l'est (8 *Faidherbias*, 1 autre espèce).

Les densités totales varient donc d'un facteur 2 entre les sols bruns eutrophes colluviaux, chimiquement riches et bien drainés du versant ouest et les sols ferrugineux ou ferruginisés, localement indurés du versant est.

Sur le parc fonctionnel, c'est à l'échelle de la parcelle que la variation de la densité de *Faidherbia albida* est la plus forte et cela, quelque soit le site : de 0 à 50 individus/ha de parcelle et plus de 100 sur quelques parcelles (cf. graphique 40).

Entre l'ouest, le centre et l'est du parc, le gradient de densité recoupe celui de l'occurrence parcellaire : respectivement 25,38 et 45 % des parcelles ne portent pas de *Faidherbias*.

L'analyse parcellaire confirme l'abondance de l'espèce sur les sols bruns eutrophes colluviaux du versant ouest. Plus du tiers des parcelles comptent 15 à 30 individus/ha. Ces concentrations sont observables de part et d'autre de la piste principale qui traverse le parc jusqu'au village.

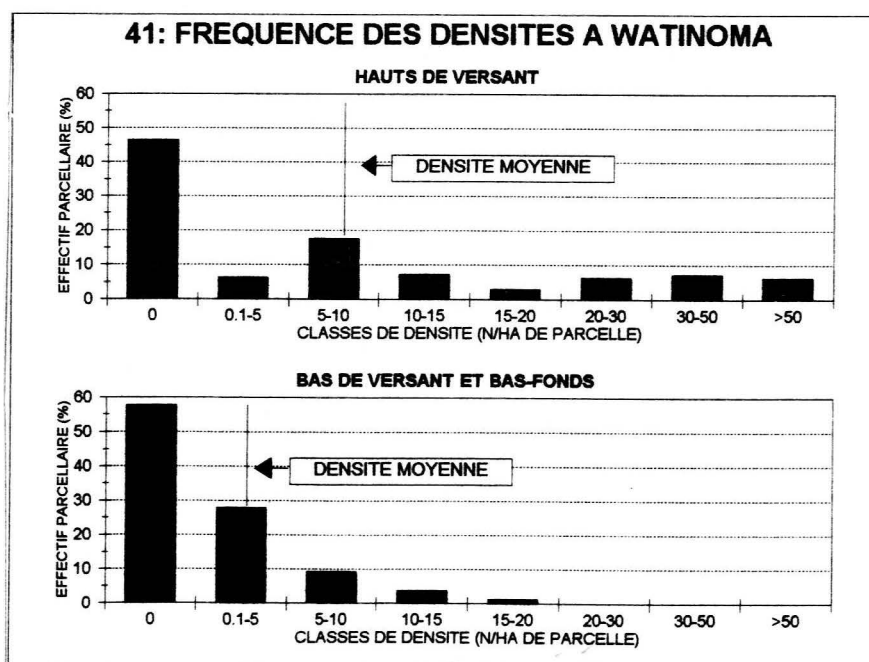
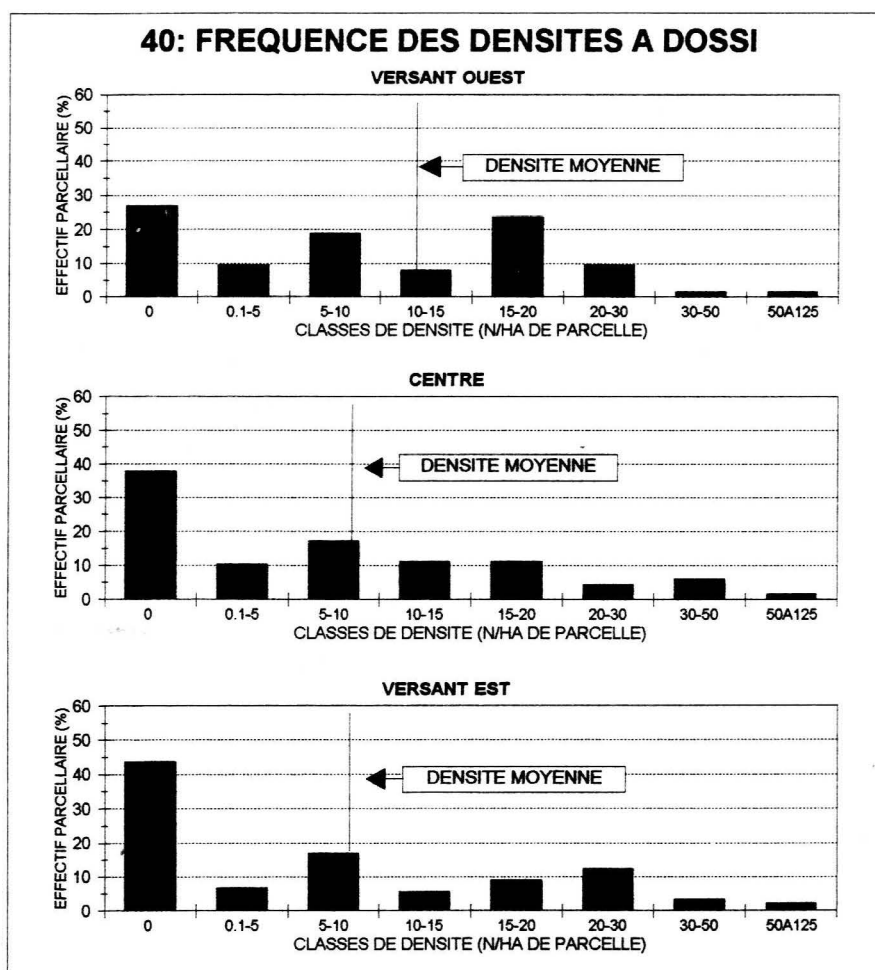
3.3.2. Des densités ligneuses contrastées et faibles en *Faidherbia* sur les parcs de Watinoma

Comme nous l'avons fait pour l'analyse de la composition floristique, les densités de *Faidherbia albida* et des espèces associées des parcs de Watinoma ont été calculées en excluant la fraction arbustive limitrophe de circonférence inférieure à 50 cm (structure 1).

La distribution des densités cumulées du *Faidherbia* et des autres espèces des 4 parcs étudiés est figurée au graphique 39. Elle fait ressortir les points suivants :

- la part de *Faidherbia albida* est globalement faible. Elle ne dépasse pas 3 arbres/ha sur les bas de versant et bas-fonds. Elle est 3 fois plus élevée sur hauts de versant où la densité du petit parc 2 (densité = 12) relève celle, médiocre, du parc 1 (densité = 7) ;

GRAPHIQUES 40 ET 41: DISTRIBUTION DES DENSITES PARCELLAIRES DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES DIFFERENTS SITES DES PARCS DE DOSSI ET WATINOMA



- par contre, les espèces autres que *Faidherbia*, conservées sur les parcs de hauts de versant constituent de fortes densités, bien que les plus petits arbres et arbustes limitrophes aient été exclus. La densité de ces ligneux atteint 25 individus/ha et plus de 30 sur le seul parc 2. Sur bas de versant et bas-fonds, cette densité ne dépasse pas 10 individus/ha.

Plus qu'à Dossi, la densité moyenne du *Faidherbia* des différents sites masque une très forte variation de la densité de l'espèce à l'échelle parcellaire (cf. **graphique 41 et carte 29**). D'une part, 45 à 55 % des parcelles ne portent pas de *Faidherbia*. D'autre part, sur le reste du parcellaire, la fréquence des densités varie beaucoup d'un site à l'autre. Les densités sont bien représentées par les classes groupant 20 à plus de 50 individus/ha, sur hauts de versant. Mais elle restent majoritairement faibles à très faibles sur les bas de versant et bas-fonds.

Finalement, tant à Dossi qu'à Watinoma, les variations de densité de *Faidherbia albida* sont beaucoup plus fortes au sein du parcellaire d'un même site qu'entre sites. Cette variation des densités relativise la notion de densité moyenne généralement donnée pour les parcs à *Faidherbia*. A Watinoma, la distribution et la variation de la densité confirment le caractère d'hétérogénéité des parcs et différencie les 2 sites. Elle révèle la prééminence des facteurs d'aménagement de l'arbre à l'échelle de la parcelle.

Sur ce dernier point, la même conclusion peut être tirée pour le cas de Dossi : quelque soit le site, il existe des parcelles sans *Faidherbia*, contigües à des parcelles qui en contiennent 15 à 30/ha, voire le double ou le triple.

3.3.3. Variations de la densité de *Faidherbia* en fonction des caractéristiques humaines et d'aménagement des parcs

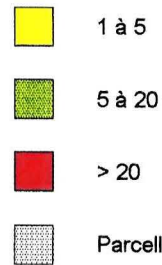
Afin de déterminer l'importance des facteurs humains et d'aménagement sur la densité de *Faidherbia albida*, nous avons regroupé celle-ci en trois classes -densité, nulle, moyenne ou forte- et analysé à l'échelle parcellaire sa distribution en fonction des paramètres suivants :

*** Age des exploitants et nombre d'années d'exploitation :**

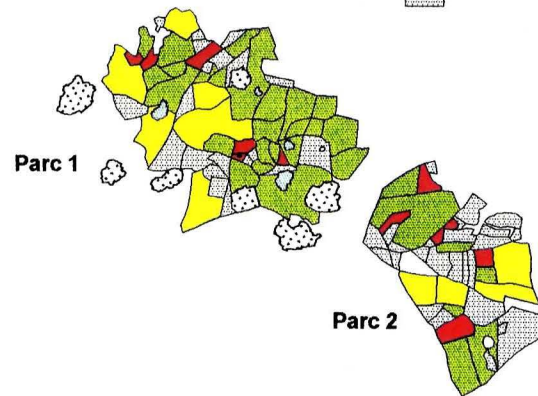
La distribution des densités de *Faidherbia* en fonction de l'âge des exploitants est à Watinoma peu différenciée d'une classe d'âge à l'autre si ce n'est que les parcelles des plus vieux et des plus jeunes exploitants sont un peu plus denses que celles de la classe intermédiaire (cf. **graphique 42**). Mais l'écart gagne en importance si on considère la distribution des densités de *Faidherbia* en fonction de la durée d'exploitation, durée qui ne se superpose donc pas totalement à l'âge des exploitants (cf. **graphiques 43**). Il ressort clairement que la durée la plus brève d'exploitation (< 4 ans) correspond au parcellaire qui compte le plus de *Faidherbia*s et les plus fortes densités (> 20 pieds/ha).

LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA DENSITE DE L'ESPECE EN FONCTION DU SITE ET DU PARCELLAIRE

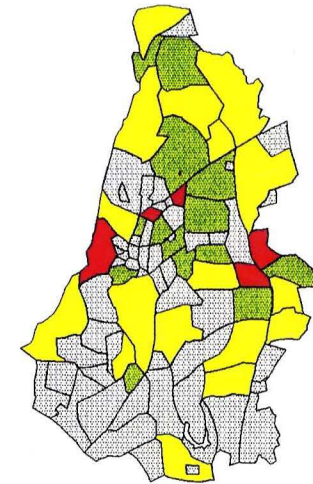
DENSITE DU FAIDHERBIA / HA



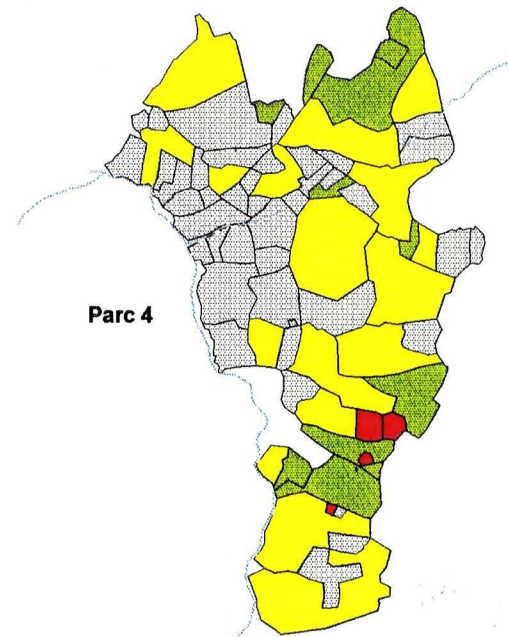
Site 1: Hauts de versant



Parc 3



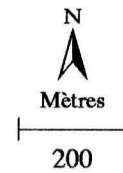
Site 2: Bas de versant et bas-fonds



Habitations

Cours d'eau temporaires

Mares temporaires



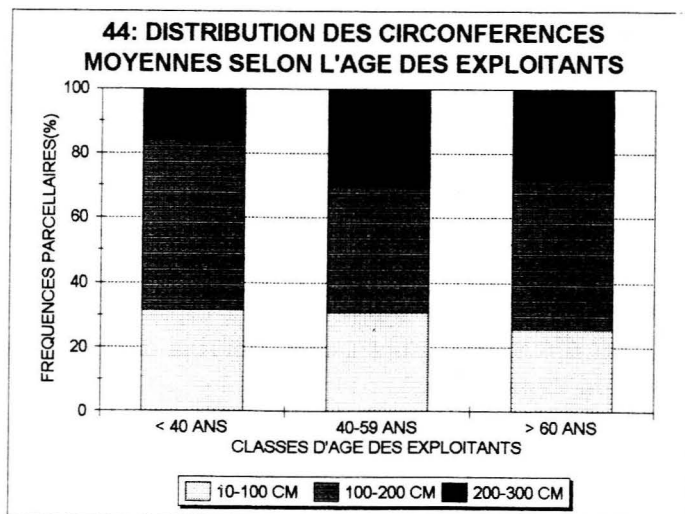
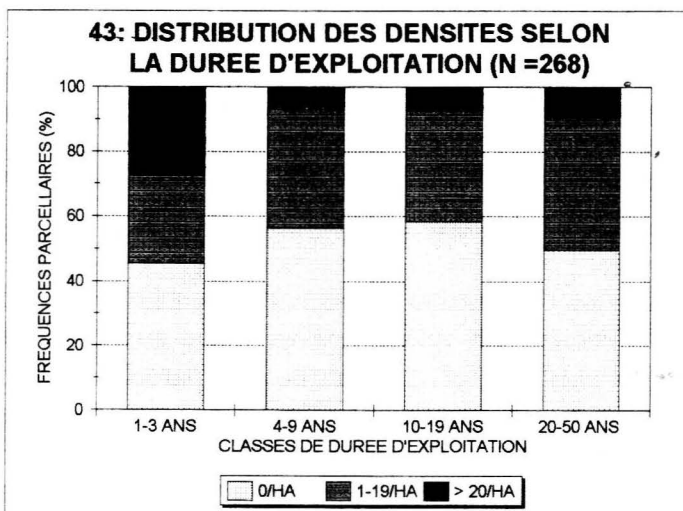
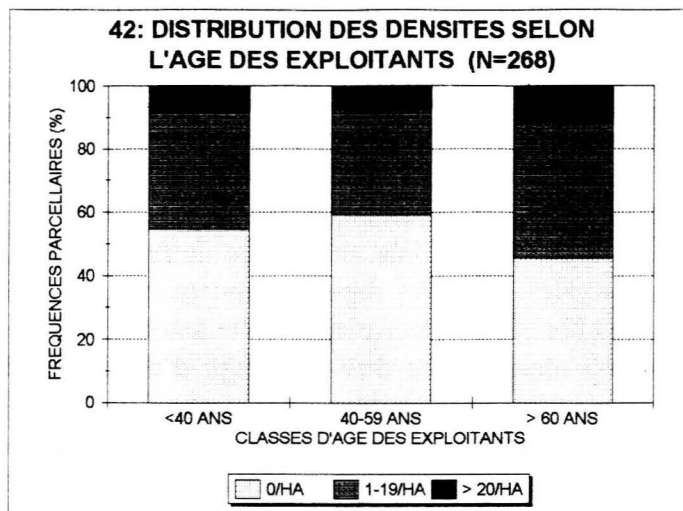
Bien que le fait soit à relativiser par l'effectif parcellaire concerné ($< 10\%$), il montre que les plus récentes mises en exploitation -c'est-à-dire les terres transmises par héritage ou reprises après allocation, généralement au bénéfice des plus jeunes exploitants- se densifient par la préservation d'un plus grand nombre de faidherbias.

Par ailleurs, la distribution des circonférences moyennes du faidherbia en fonction de l'âge des exploitants montre, assez logiquement, que la dimension des arbres augmente avec l'âge des exploitants (cf. **graphique 44**). En définitive, aux plus brèves durées d'exploitation des parcelles correspondent les plus jeunes exploitants et les faidherbias les plus jeunes. La tendance témoigne d'un certain dynamisme en matière de renouvellement des parcs sur les parcelles des plus jeunes exploitants. Ces derniers peuvent bien évidemment avoir en plus conservé de gros faidherbias hérités de leurs pères. Cette amorce de redensification des parcs à faidherbia est encore trop récente pour dire s'il s'agit d'une véritable évolution ou d'un épiphénomène qui pourrait résulter des activités de recherche-développement engagées depuis près de 5 ans à Watinoma. Il reste qu'à l'échelle de 3 générations d'exploitants des parcs, les densités les plus fortes et les plus gros faidherbias sont observables sur les parcelles des plus vieux exploitants (> 60 ans).

Le fait est également vérifié pour les autres espèces : la durée de l'exploitation agricole favorise le recrutement de ligneux. Leur occurrence et leur densité sont plus élevées sur le parcellaire exploité depuis 20 ans et plus. Mais là encore, on observe une dépression sur le parcellaire de durée d'exploitation moyenne (10-19 ans) aux densités moins fortes que sur les parcelles de longue et de courte durée d'exploitation.

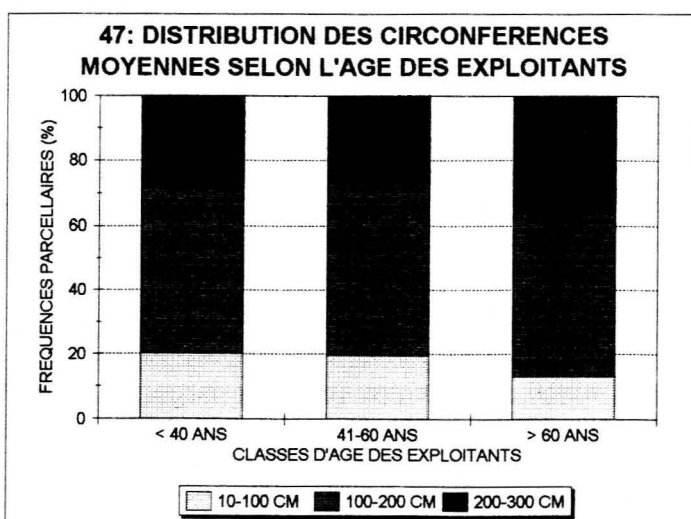
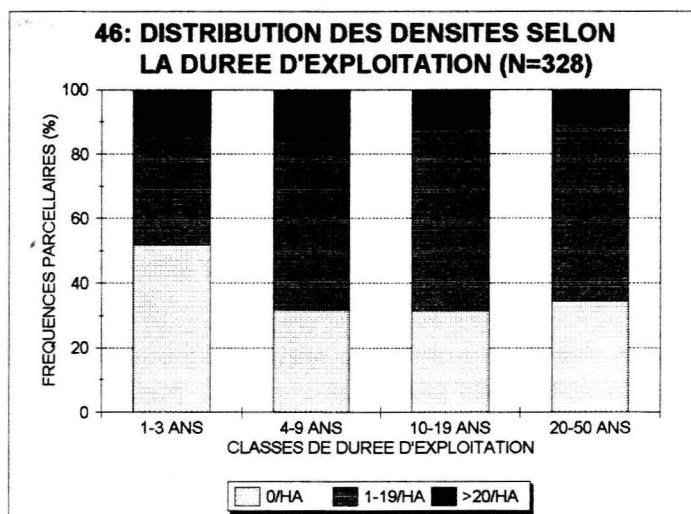
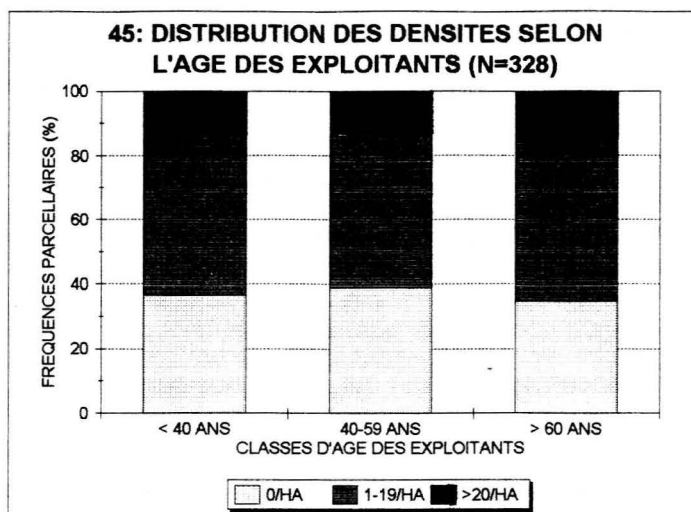
A Dossi, la distribution des densités de faidherbias en fonction de l'âge des exploitants est également peu différenciée. On relève une tendance aux plus fortes densités sur les parcelles des exploitants les plus âgés (cf. **graphique 45**), parcelles qui comptent la plus forte proportion de gros faidherbias (cf. **graphique 47**). La principale différence avec Watinoma apparaît au niveau de la distribution des densités de faidherbia selon la durée d'exploitation, (cf. **graphique 46**). Les parcelles les plus récemment mises en exploitation sont celles qui portent le moins de faidherbias, une parcelle sur deux n'en ayant pas du tout (contre 30 % pour les autres classes d'exploitation). L'interprétation de cette différence est pour le cas de Dossi à relier avec le phénomène de plus en plus étendu de la jachère qui affecte aujourd'hui le quart du parcellaire. La remise en culture après une, deux et parfois trois années de jachère par le nettoyage systématique des parcelles est rédhibitoire pour les jeunes faidherbias, notamment pour les régénérations qui s'y sont parfois multipliées en grand nombre. C'est également l'occasion d'éliminer des faidherbias adultes qui d'après nos observations ne sont pas nécessairement séniles ou chancreux. Cette réduction de l'effectif en faidherbias n'est d'ailleurs pas compensée par la multiplication d'autres espèces (seules 29 % des parcelles remises en culture comptent d'autres espèces que faidherbia contre 40 % pour le parcellaire soumis à de longues durées d'exploitation).

GRAPHIQUES 42, 43 ET 44 : VARIATION DE LA DENSITE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET DISTRIBUTION DE SA CIRCONFERENCE MOYENNE EN FONCTION DE L'AGE DES EXPLOITANTS ET DU NOMBRE D'ANNEES D'EXPLOITATION A WATINOMA (PAR CLASSES D'AGE ET FREQUENCES PARCELLAIRES)



DISTRIBUTION RELATIVE AU PARCELLAIRE CONTENANT DES FAIDHERBIAS (N=120)

GRAPHIQUES 45, 46 ET 47 : VARIATION DE LA DENSITE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET DISTRIBUTION DE SA CIRCONFERENCE MOYENNE EN FONCTION DE L'AGE DES EXPLOITANTS ET DU NOMBRE D'ANNEES D'EXPLOITATION A DOSSI (PAR CLASSES D'AGE ET FREQUENCES PARCELLAIRES)



DISTRIBUTION RELATIVE AU PARCELLAIRE CONTENANT DES FAIDHERBIAS (N=207)

*** Sexe et mode d'exploitation :**

La densité des faidherbias sur les parcelles des femmes est partout inférieure à celle enregistrée sur les parcelles des hommes : 64 % des parcelles contre 33 % à Dossi et 62 % contre 52 % à Watinoma ne portent pas de faidherbias (cf. graphiques 48 et 50). La différence est plus marquée à Dossi où les femmes disposent de plus de parcelles et de plus d'autonomie qu'à Watinoma alors que le parc y est plus dense et la dispersion des arbres plus régulière.

Dans les deux cas, il s'agit de petites parcelles généralement prises aux dépens de plus grandes, cultivées ou en jachère à Dossi, allouées par le mari ou par le Chef de terre. Selon nos propres observations, ces parcelles sont à l'origine moins arborées -notamment en faidherbias- que les autres. En outre, les femmes prennent beaucoup plus de soin que les hommes à faire place nette de leur terrain, éliminant toute forme de régénération. Elles y sèment surtout des légumineuses (arachide) qui, selon nos enquêtes, se comportent moins bien que toute autre culture soumise à l'influence du faidherbia.

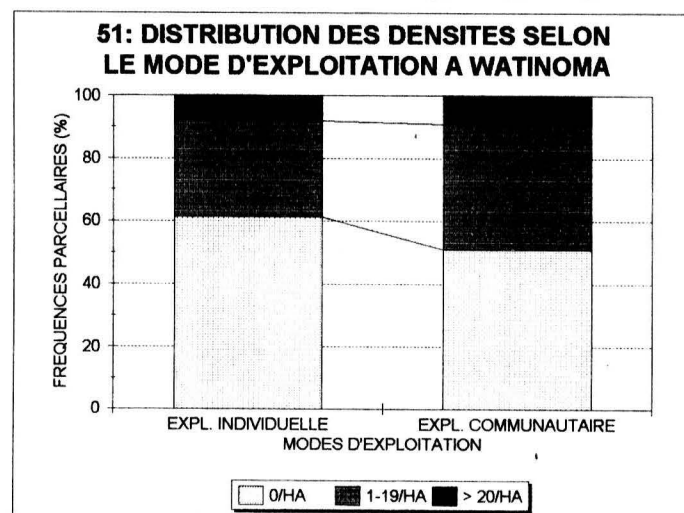
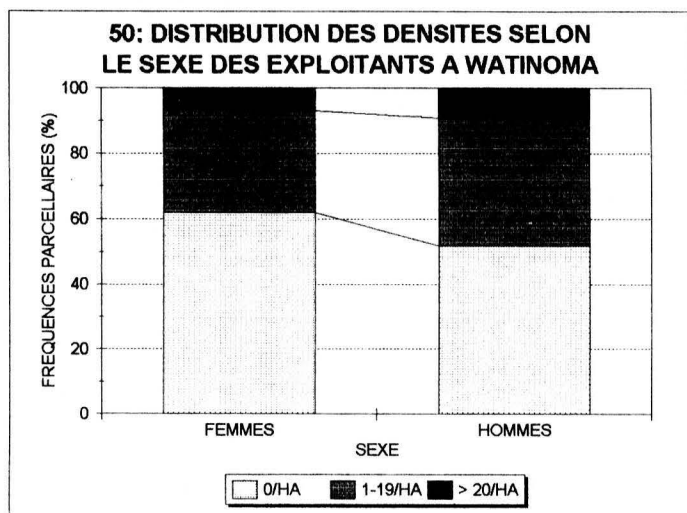
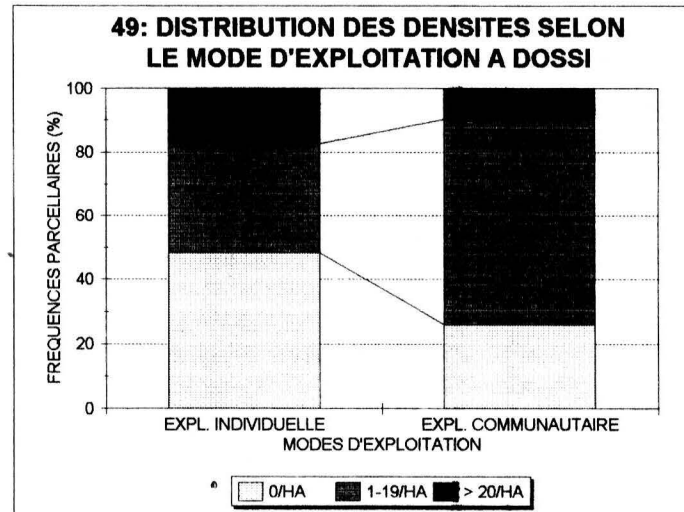
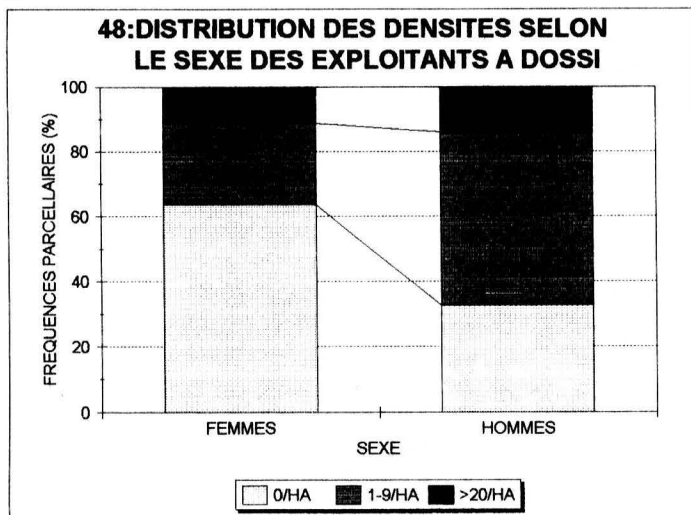
Cet effet contraignant du faidherbia est vraisemblablement déterminant dans le choix d'une parcelle plus ou moins arborée et qui doit être semée en arachide. Il est sans doute probable que les hommes répugnent à céder les surfaces les plus denses en faidherbias qu'ils ont entretenus et qui améliorent leurs rendements. Cependant, les femmes choisissent parfois l'emplacement d'une terre délimitée par un large houppier de faidherbia afin d'y cultiver des légumes (aubergines). L'effet du faidherbia sur les légumes est considérée comme très bénéfique, notamment pour le développement des pépinières mises en place avant les pluies.

La distribution des densités de faidherbia en fonction du mode d'exploitation individuel ou communautaire recoupe en partie les différences observées entre hommes et femmes (cf. graphiques 49 et 51). Le mode communautaire d'exploitation des terres apparaît sur tous les parcs favorable à la densification du parc.

A Dossi, l'écart est particulièrement important entre les deux modes d'exploitation en ce qui concerne l'occurrence de l'espèce : près de la moitié des parcelles sont sans faidherbia en mode individuel contre le quart en mode communautaire. Une petite part de l'effectif parcellaire sans faidherbia correspond aux parcelles des femmes mais aussi à des parcelles remises en culture depuis généralement moins de 10 ans sans qu'il s'agisse de jeunes exploitants.

A Watinoma, la relation entre la densité du faidherbias et le mode d'exploitation est peu marquée, en accord avec le très discret caractère individuel de l'exploitation du sol sur ce terroir, toujours fortement communautaire (85 à 90 % des parcelles). Toutefois, le contraste apparaît plus marqué si on considère les autres espèces ligneuses : 39 % des parcelles individuelles n'ont aucun autre ligneux contre 17 % pour les parcelles communautaires. Sur ces dernières, la strate arbustive limitrophe tient une large part dans l'effectif floristique et donc dans la densité ligneuse du parcellaire.

GRAPHIQUES 48, 49, 50 ET 51 : VARIATION DE LA DENSITE DE FAIDHERBIA ALBIDA EN FONCTION DU SEXE ET DU MODE D'EXPLOITATION A DOSSI ET A WATINOMA (PAR CLASSES D'AGE ET FREQUENCES PARCELLAIRES)



A l'inverse, à Dossi où les espèces autres que le faidherbia sont peu nombreuses, le caractère communautaire de l'exploitation influe peu sur les densités. Localement, la réalisation de microvergers de manguiers à forte densité confère un caractère individuel à l'exploitation du parc, contraire au caractère communautaire qui prévalait auparavant.

3.4. DIMENSIONS ET CARACTERISATION DENDROMETRIQUE DES FAIDHERBIAS

3.4.1. La circonférence : première interprétation de la dynamique des peuplements

La distribution des fréquences de la grosseur des arbres d'un peuplement par classes de circonférence est une expression de la structure du peuplement. Elle traduit aussi la réaction de celui-ci aux conditions de croissance et aux opérations sylvicoles pratiquées (RONDEUX, 1993).

La circonférence a été mesurée à "hauteur d'homme", soit conventionnellement à 1,30 m, à l'aide d'un ruban métallique gradué. Cette variable est beaucoup plus précise que le diamètre car la section des faidherbias est rarement circulaire chez les individus adultes. L'écorçage, notamment, engendre des réactions cicatricielles qui déforment la section.

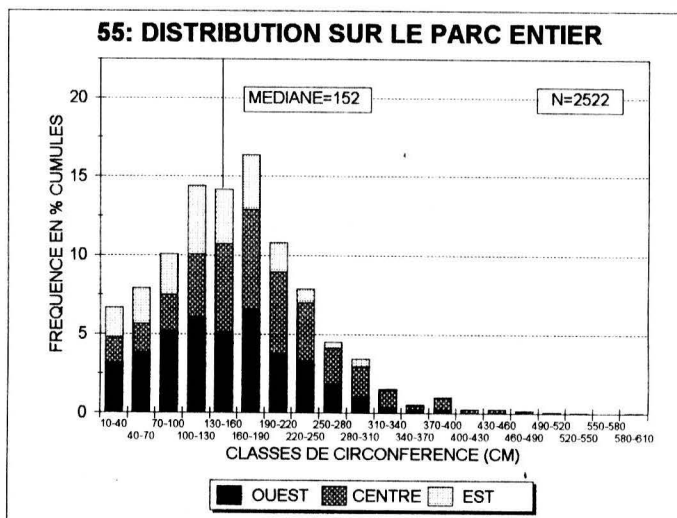
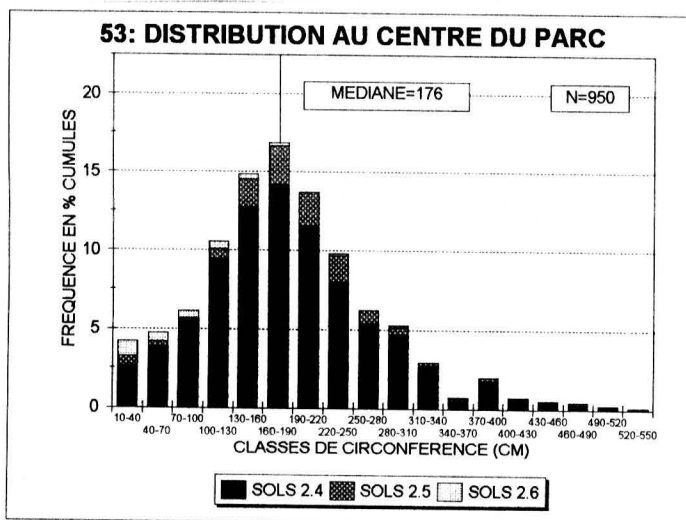
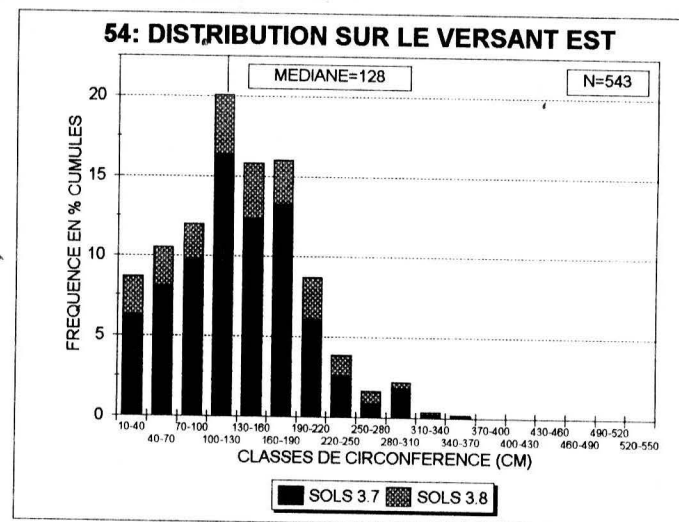
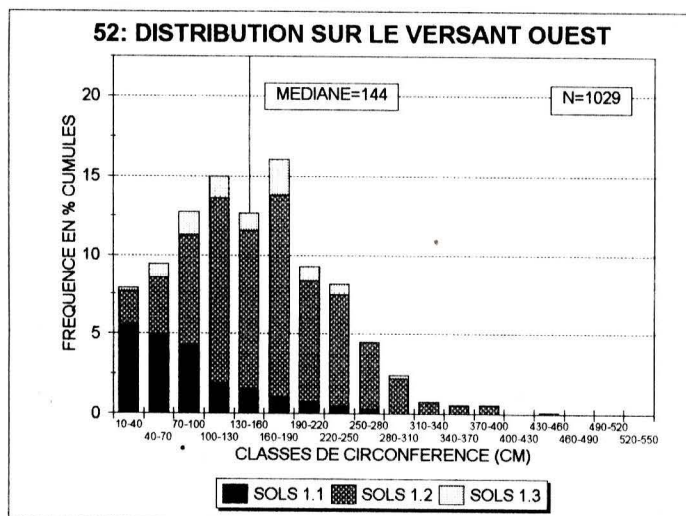
La distribution de la circonférence des faidherbias sur les différents sites de Dossi et de Watinoma a fait l'objet d'une étude de la normalité puis d'une première interprétation comparative de la dynamique des parcs (cf. distributions et tests de normalité en annexes 22 à 24).

La distribution des circonférences a été réalisée sur l'effectif constitué des individus de plus de 10 cm de circonférence ne prenant pas en compte la régénération qui fait l'objet d'une analyse dans la partie IV de notre étude. Cette distinction a été justifiée par la différence structurale qui résulte de l'aménagement des différentes fractions ligneuses. La régénération ($C < 10$ cm) constitue un effectif très fluctuant, en nombre et en dimensions du fait de son élimination massive ou des rabattages successifs qui contiennent son développement, à la différence des individus des classes supérieures qui constituent le parc. Les tests de normalité ont en conséquence été adaptés à ces distributions tronquées.

Après analyse des différentes distributions, leur représentation graphique a été ajustée à un intervalle commun aux histogrammes tels qu'ils puissent être comparés sans dissimuler leurs caractéristiques essentielles et en répondant pour cela à la règle de DIXON et KRONMAL (1965) cité par LEDOUX (1992) selon laquelle :

Valeur supérieure du nombre de classes $L = \text{Int} [10 * \log. 10^{(n)}]$, quand $n > 100$.

GRAPHIQUES 52, 53, 54 ET 55 : DISTRIBUTION DES CIRCONFÉRENCES DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES DIFFÉRENTES UNITÉS MORPHOPÉDOLOGIQUES DU PARC DE DOSSI



- 1.1 SOLS PEU EVOLUES D'EROSION LITHIQUE
- 1.2 SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES COLLUVIAUX
- 1.3 SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES A CARACTERE VERTIQUE
- 2.4 SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR

- 2.5 SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDROMORPHIE GENERALISEE
- 2.6 SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES
- 3.7 SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET BRUNS EUTROPHES FERRUGINEUX
- 3.8 SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES INDURES ET PEU EVOLUES

Ainsi, pour l'ensemble des parcs et des peuplements constitutifs des différentes unités topographiques, les circonférences ont été structurées en :

- 16 classes de 30 cm, à Watinoma sur la base d'un échantillon total de 335 individus, ressemblant 132 et 203 individus des sites de hauts et bas de versant (cf. **graphiques 56, 57 et 58**, pour le cumul des 2 sites) ;
- 20 classes de 30 cm, à Dossi, sur la base d'un échantillon total de 2522 individus comprenant respectivement 1029, 950 et 543 individus des versants ouest et est et de la dépression périphérique (cf. **graphiques 52 à 54 et 55**, pour le cumul des 3 sites).

A Dossi, les distributions s'apparentent à une loi normale mais le test de normalité n'est significatif que pour le seul versant est. La normalité n'est vraisemblablement pas acquise en raison du large effectif pris en compte, source de variabilité. Mais les tests d'ajustement des distributions montrent que pour les 3 sites, les distributions s'apparentent à une loi de Weibull². Par ailleurs, la comparaison de la distribution des populations de *faidherbia* des trois sites de Dossi, au moyen d'un simple test de X^2 appliqué sur les classes de fréquence des circonférences montre qu'il existe des différences très hautement significatives entre ces populations. Mais la différence est moins marquée entre les peuplements des versants est et ouest à la distribution très similaire ($0,01 < P < 0,001$). Le regroupement des classes de circonférence en un groupe de jeunes individus ($C < 100$ cm) comparé aux groupes des individus les plus âgés ($C > 100$ cm), montre que la différence est le fait des classes d'individus jeunes, plus abondants sur les versants ouest et est qu'au centre du parc. C'est ce que figurent les **graphiques 52 et 54** à dissymétrie gauche (versant ouest notamment) à la différence du **graphique 53** qui montre une légère dissymétrie droite (centre du parc) et les "boxplots"³ correspondants qui résument les décalages au niveau de la médiane et des individus les plus dispersés (cf. **figure 5**).

A Watinoma, les distributions suivent une loi de Weibull² mais le profil établi sur hauts de versant est bien distinct de celui des bas de versant, le premier présentant un déficit important sur l'effectif de la première classe. Comme à Dossi, la différence entre les distributions des sites est très hautement significative. C'est que figurent les "box-plots", celui des bas de versant étant marqué d'une forte asymétrie droite avec un large étalement de l'effectif correspondant.

²Distribution dont la fonction de densité de probabilité se présente sous la forme :

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[-\left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right]$$

avec x = circonférence
 a = paramètre d'origine ou de position
 b = paramètre d'échelle ou de taille
 c = paramètre de forme

³La construction de "boxplot" est basée sur la détermination de quantités empiriques particulières : la médiane $Q_{0.50}$; le premier quartile $Q_{0.25}$ et le deuxième quartile $Q_{0.75}$ qui définissent l'intervalle interquartile $IQR = Q_{0.75} - Q_{0.25}$; IQR est une mesure de dispersion de la distribution. Le "boxplot" renseigne sur l'étalement de la distribution, l'existence de valeurs extrêmes et la symétrie ou l'asymétrie de la distribution (LESNOFF, 1992)

GRAPHIQUES 56, 57 ET 58 : DISTRIBUTION DES CIRCONFÉRENCES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES HAUTS ET BAS DE VERSANT DES PARCS DE WATINOMA

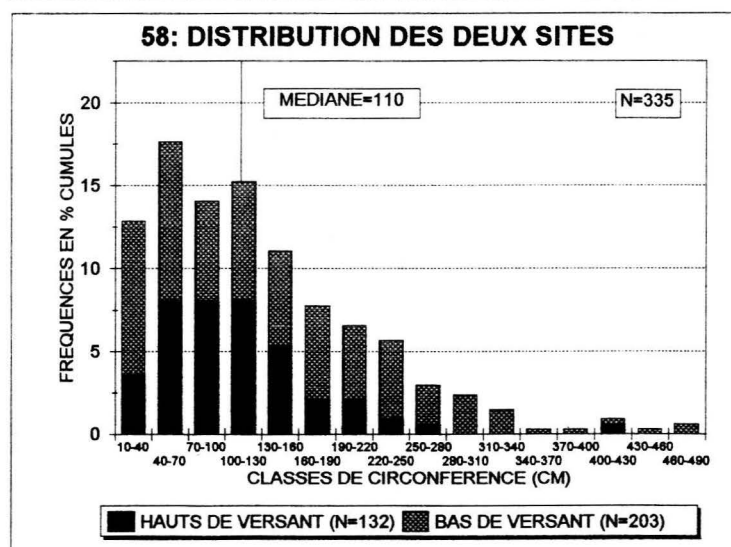
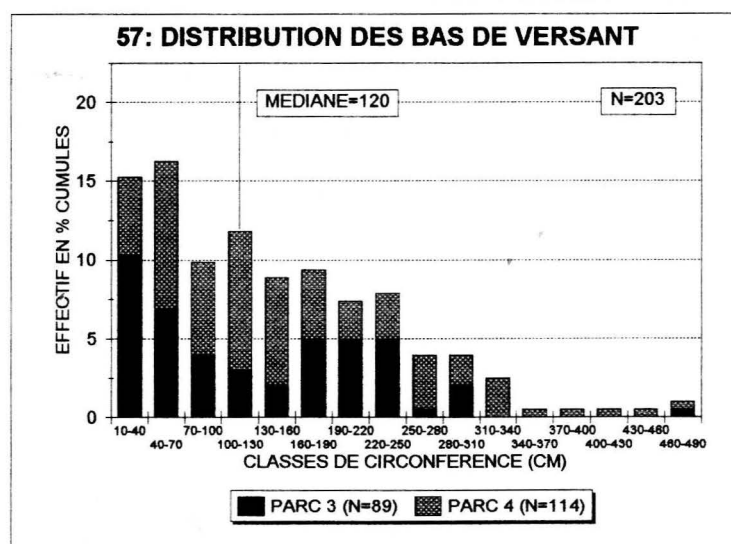
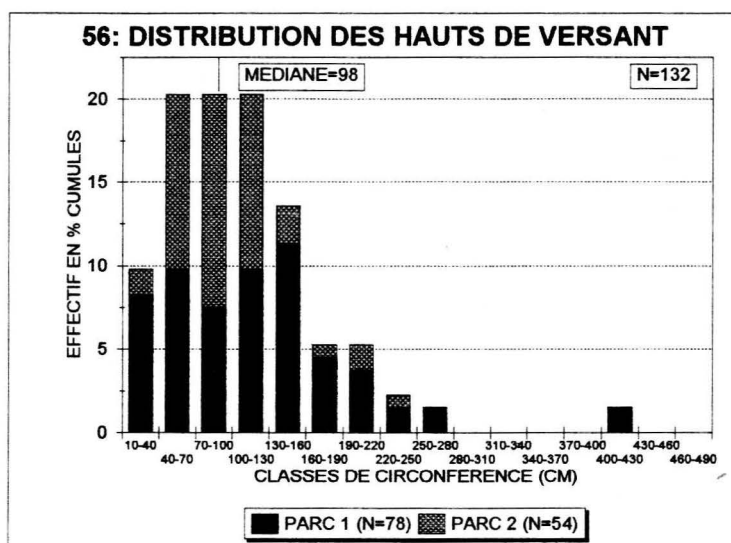
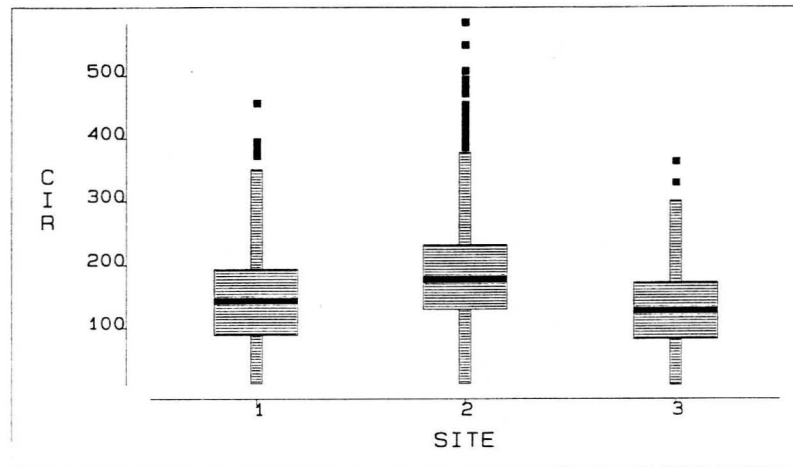


FIGURE 5: COMPARAISON DE LA STRUCTURE DES PARCS A FAIDHERBIA DES SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA A PARTIR DE LA DISTRIBUTION DES CIRCONFERENCE RESUMEE PAR LA METHODE DES "BOX-PLOTS"

1:DOSSI



2: WATINOMA

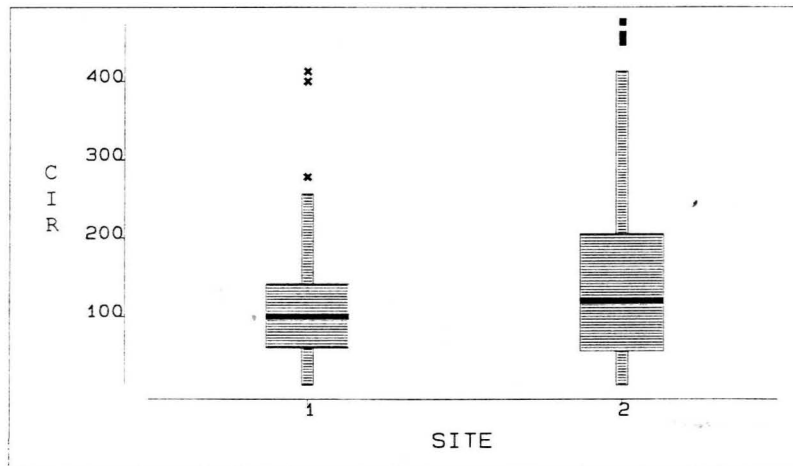
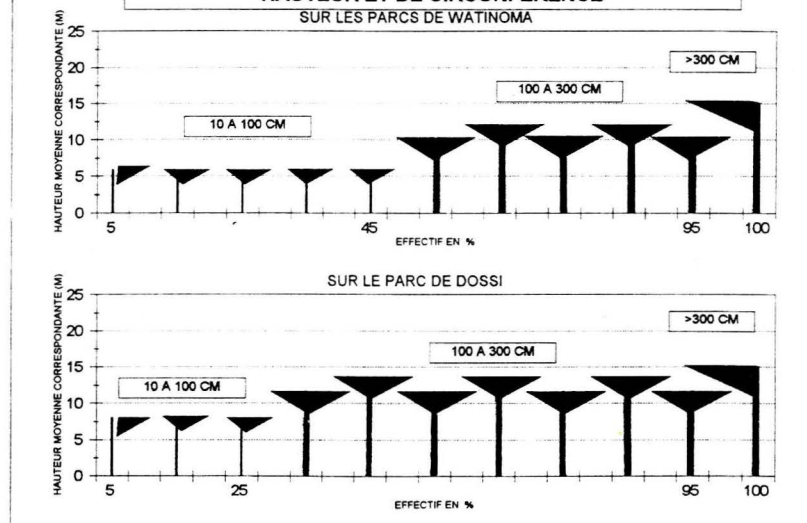


FIGURE 6: REPRESENTATION DE LA DISTRIBUTION DES EFFECTIFS DES PARCS A FAIDHERBIA PAR CLASSES DE HAUTEUR ET DE CIRCONFERENCE



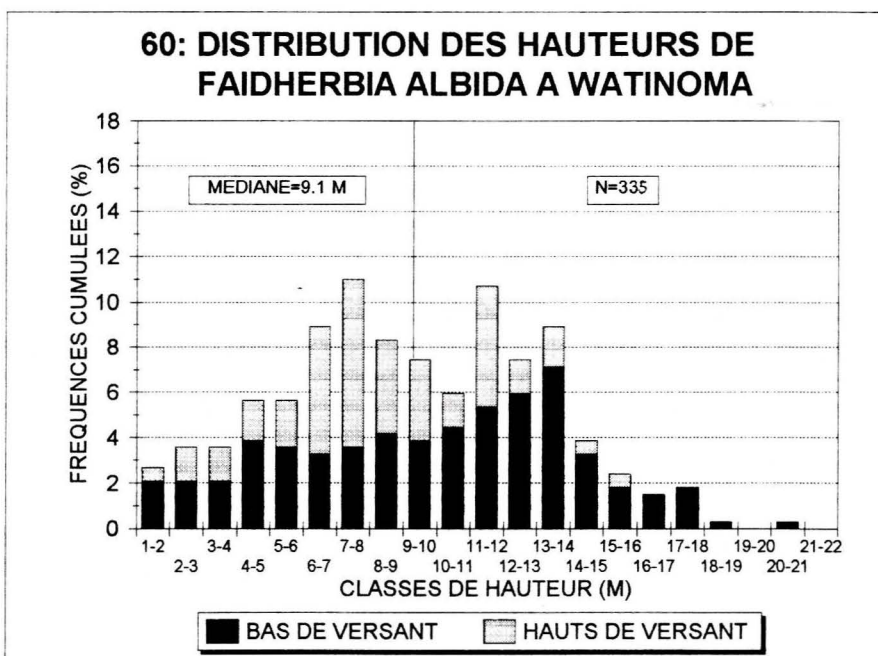
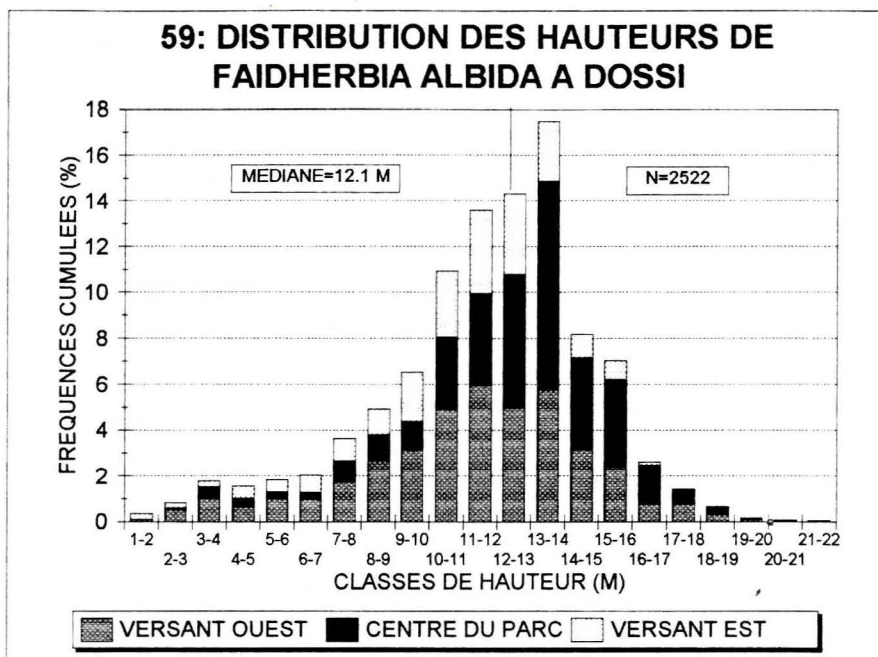
La comparaison des 3 histogrammes de Dossi (ouest, centre et est du parc) et des 2 histogrammes de Watinoma (hauts et bas de versants et bas-fonds) montre deux différences importantes et conduit aux interprétations suivantes :

- la relative régularité et la similitude des distributions des populations des 3 unités topographiques de Dossi, et, à l'inverse, une assez forte irrégularité des distributions à Watinoma. Ces dernières présentent un profil en dents de scie comme si le recrutement s'était fait par vagues successives intégrant périodiquement des régénérations. Le fait est surtout marquant sur les parcs 3 et 4 de bas de versant et de bas-fonds où les distributions sont très étalées et très irrégulières d'une classe de circonférence à l'autre, soit d'une classe d'âge à l'autre. Sur les hauts de versant, l'hétérogénéité est forte entre les parcs 1 et 2 (aux effectifs cumulés sur le **graphique 56**) : le parc 2 n'a ni de très jeunes ni de vieux faidherbias. Son effectif tient en trois classes alors que le parc 1 présente une distribution plus étalée sans être régulière ;
- la médiane qui centre la distribution des circonférences est à 110 cm à Watinoma contre 152 à Dossi. Près de la moitié de l'effectif a moins de 100 cm de circonférence à Watinoma - s'agissant donc d'arbres jeunes- contre le quart à Dossi. Sur ce dernier parc, la population de faidherbias est majoritairement constituée d'arbres adultes de 100 à 300 cm de circonférence (**cf. figure n° 6**). Le seul point commun aux deux populations est la modeste proportion de très gros arbres (5 %), ayant plus de 300 cm de circonférence et plus de 500 pour certains, vraisemblablement très âgés.

Le parc à faidherbia de Dossi apparaît donc comme un parc âgé, vieillissant car l'effectif des plus petites classes de circonférence, -les plus jeunes individus- est déficitaire résultant d'une mauvaise régénération ou insuffisante conservation de celle-ci. La seule exception notable est la population de faidherbias sur sols peu évolués d'érosion lithique du versant ouest. Le caractère juvénile de ce peuplement résulte de remises en culture sur jachères de quelques années, favorables à la régénération de l'espèce que conservent les agriculteurs généralement âgés de ce site. Cependant, en raison des contraintes de croissance de ce site, les arbres sont sans doute moins jeunes qu'il n'y paraît.

Les histogrammes de fréquence des parcs de Watinoma sont représentatifs d'une population plutôt jeune. Malgré des disparités importantes au sein des distributions et d'un parc à l'autre, les courbes sont globalement décroissantes des plus petits vers les plus gros individus. Elles s'apparentent à la juxtaposition de plusieurs séries inéquiennes se chevauchant, en particulier sur bas de versant et bas-fonds. La distribution dominée par les plus petites circonférences ne confère cependant pas aux histogrammes le profil typique en "L" ou en "J renversé" de certaines distributions exponentielles : c'est ce qui fait la différence avec les profils analysés par OUEDRAOGO, 1995, prenant en compte les individus de $C < 10$ cm, c'est-à-dire la régénération.

GRAPHIQUES 59 ET 60 : COMPARAISON DE LA DISTRIBUTION DES HAUTEURS DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES DIFFERENTS SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA



3.4.2. La hauteur

La hauteur totale des faidherbias a été mesurée du sol, au pied des arbres, jusqu'à leur sommet, aux bourgeons terminaux, à la perche télescopique pour les individus de moins de 14 m et au dendromètre Blume-Leiss pour les plus grands.

La hauteur est classiquement mesurée avec la circonférence ou le diamètre des arbres pour la détermination de volumes. Mais cette évaluation est d'un intérêt limité pour le cas des faidherbias des parcs d'Afrique de l'Ouest dont le tronc (grumes) ne fait que très rarement l'objet d'une exploitation (alors qu'il a pu l'être en Afrique de l'Est où ont été établis des tarifs de cubage ANONYME, 1968). Par contre, l'étude de la variation de la hauteur, en relation avec la circonférence, permet d'interpréter la croissance des arbres et de caractériser des étapes du développement de *Faidherbia albida*. Avec la surface du houppier, la hauteur informe directement sur les prélèvements relevant de l'émondage.

C'est ce que représente la comparaison des **graphiques 59 et 60** qui distribuent, par classes de hauteur, les effectifs cumulés des différents sites des parcs de Dossi et de Watinoma.

A l'échelle des parcs, la différence qui ressort de la superposition des histogrammes est un écrêtement des hauteurs des classes de 8 à 13 m de hauteur pour les individus de Watinoma, fortement soumis à l'émondage. Celui-ci affecte les individus jeunes à adultes compris entre 50 et 250 cm de circonférence et qui sont pour la plupart fortement et régulièrement émondés.

Sur les hauts de versants de Watinoma, la hauteur médiane est médiocre soit un peu plus de 8 mètres. La hauteur résulte ici à la fois des conditions de croissance des arbres -qui sont pour la plupart jeunes- mais aussi de l'émondage qui peut réduire de plusieurs mètres la hauteur des individus adultes.

Sur bas de versant et bas-fonds, la hauteur médiane proche de 10 m, est relevée par quelques très gros arbres (13 m et plus), moins affectés par l'émondage que les individus plus accessibles des classes précédentes.

Sur les deux sites, l'émondage des faidherbias se traduit par une forte variabilité de la hauteur moyenne ($CV = 43 \%$ sur hauts et bas de versant contre 27% à Dossi).

A Dossi où l'émondage touche peu les arbres, la distribution est normale, correspondant à celle des circonférences. Elle est centrée sur une médiane proche de 12 m avec une légère dissymétrie gauche. Les arbres sont dans l'ensemble assez hauts, particulièrement sur la partie centrale du parc où domine la classe des 13-14 m. Le test du X^2 montre que les distributions des hauteurs des trois sites sont, à l'instar de celles des circonférences, bien différenciées³.

Il en va de même de la distribution des hauteurs des peuplements de hauts et de bas de versant de Watinoma.

³Différences très hautement significatives ($P < 0.001$)

3.4.3. La surface du houppier

La surface du houppier est une caractéristique dendrométrique doublement intéressante à mesurer pour le cas de *Faidherbia albida* car :

- sa variation, directement liée à l'émondage, informe sur l'intensité des prélèvements et sur l'aptitude des individus à reconstituer leur houppier ;
- il existe une relation entre la zone d'influence plus ou moins étendue qu'exerce le houppier sur le sol et le développement des cultures sous-jacentes (CTFT, 1988).

Par conséquent, le taux de couverture du houppier des faidherbias par unité de surface est l'expression non seulement de la densité et de la grosseur des arbres mais aussi de leur aménagement. Ce taux peut être considéré comme une variable explicative du rendement des cultures associées par référence aux multiples résultats obtenus sur l'effet améliorateur de l'arbre (CHARREAU et al., 1965 ; DANCETTE et POULAIN, 1968 ; JUNG, 1970 ; LOUPPE, 1989).

Pour l'ensemble des arbres échantillonnés, nous avons mesuré, à l'aide d'un double décimètre, les projections au sol des diamètres nord-sud (DNS) et est-ouest (DEO). A partir de la mesure de ces diamètres, a été calculée la surface des houppiers, assimilée à une ellipse de superficie :

$$S = \Pi. \frac{\text{DNS} \times \text{DEO}}{4}$$

Cette méthode rapide d'estimation de la surface des faidherbias donne les valeurs les plus proches de la surface réelle ainsi qu'il ressort de l'analyse comparative des méthodes faite par LIBERT (1980).

3.4.3.1. Recouvrement des houppiers de faidherbia

A partir de la surface, est obtenu le taux de couverture ou recouvrement défini comme "le pourcentage de la surface du sol qui serait recouvert si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus (GOUNOT, 1969).

Le recouvrement est donc un évaluateur de la répartition horizontale de la végétation. Il constitue la structure avec la hauteur qui est son correspondant pour la répartition verticale.

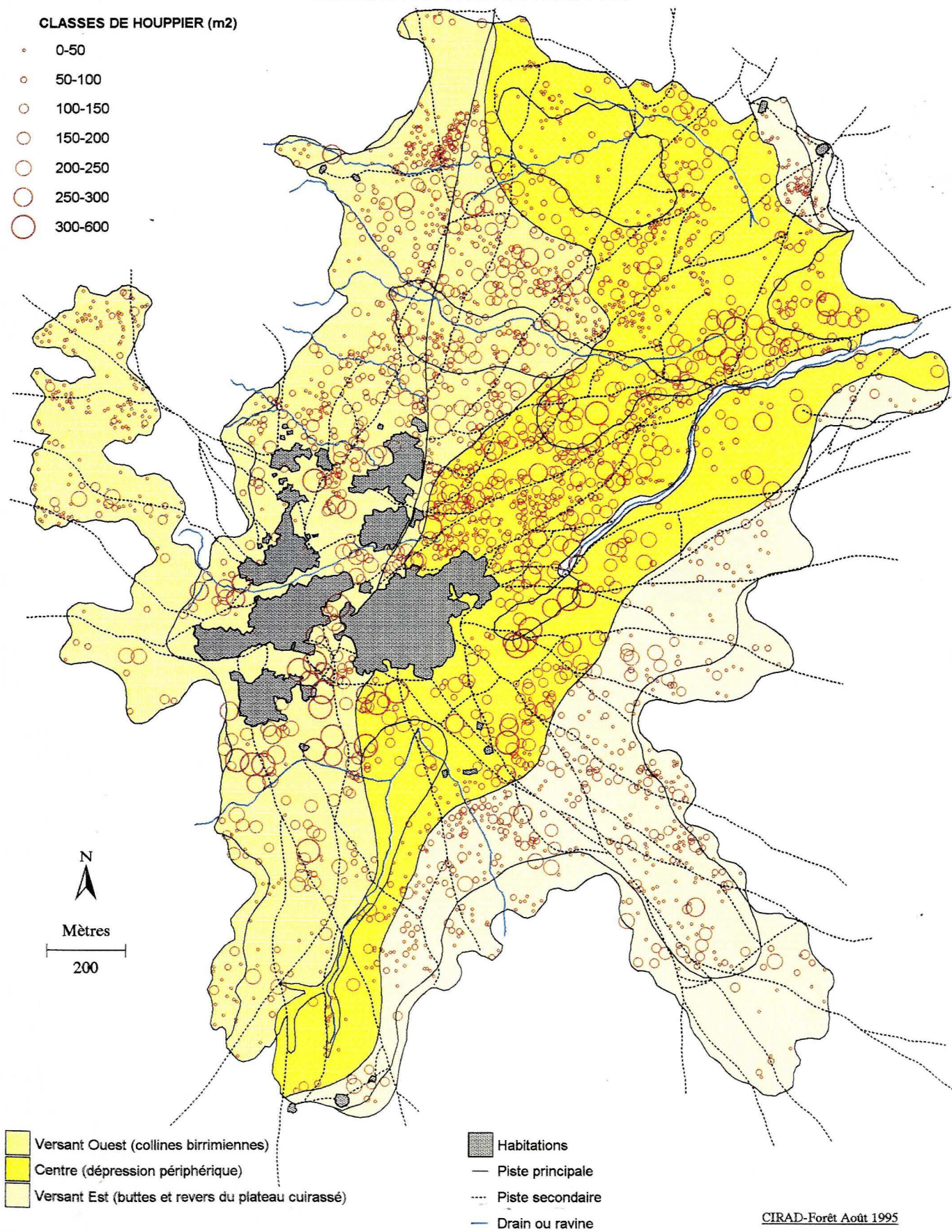
La faible densité des faidherbias de Watinoma, leur médiocre dimension et l'importance de l'émondage font un recouvrement très faible de leur houppier, particulièrement sur le site des bas de versant et bas-fonds (cf. **tableau 26**). Et même si on ne prend en compte que le parcellaire portant un ou plusieurs faidherbias (soit près d'une parcelle sur deux), le taux de couverture moyen ne dépasse pas 4 % sur hauts de versant et 3 % sur bas de versant. A l'échelle du parcellaire, presque aucune surface n'a un taux > 25 % et rares sont les parcelles dont les faidherbias couvrent plus de 10 % de la surface du sol.

CARTE 30

**LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
REPARTITION DE L'ESPECE
SELON LA SURFACE DU HOUPPIER**

CLASSES DE HOUPPIER (m2)

- 0-50
- 50-100
- 100-150
- 150-200
- 200-250
- 250-300
- 300-600



TABEAU 26 : RECOUVREMENT AU SOL DES HOUPPIERS DE *FAIHDERBIA ALBIDA* : TAUX MOYEN ET FREQUENCE PARCELLAIRE PAR CLASSES DE RECOUVREMENT SUR LES DIFFERENTS SITES DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIRS ET SITES :	N	D	RECOUVREMENT DES HOUPPIERS						
			MOYENNE (%)	FREQUENCE PARCELLAIRE PAR CLASSES (%)					
				0	0.1-2	2-5	5-10	10-25	25-50
DOSSI :									
1. Versant ouest	195	11	6.5	23	8	18	20	25	6
2. Centre	260	10	9	27	8	11	15	29	10
3. Versant est	150	0	4.5	43	12	16	16	11	2
Parc (1 + 2 + 3)	605	9.5	7	32	10	14	17	21	6
WATINOMA :									
1. Hauts de versant	132	8.5	3	46	8	22	15	8	1
2. Bas de versant	203	2.4	2	58	17	11	9	4	1
Parcs (1 + 2)	335	3.5	2	53	14	15	11	6	1

N = Echantillon

D = Nombre de faidherbias/ha (densité)

CIR = Circonférence moyenne \pm écart-type (cm)

SUR = Surface moyenne du houppier \pm écart-type (m²)

Note : La fréquence parcellaire du recouvrement, distribué en 6 classes de recouvrement des houppiers (0 à 50 %), est relative à l'effectif total du parcellaire (avec ou sans faidherbia).

A Dossi, le recouvrement moyen est plus de trois fois supérieur à celui de Watinoma avec des valeurs plus élevées au centre (9 %) que sur les versants (5 %).

Ce taux moyen n'est cependant pas très élevé car il inclue, comme pour le cas de Watinoma, les surfaces du parc qui ne portent pas de *faidherbias* ou en portent très peu.

Aussi, la différence apparaît-elle plus marquée au niveau de la distribution parcellaire par classe de recouvrement : plus du quart du parcellaire a un recouvrement compris entre 10 et 50 %. il s'agit généralement des parcelles qui ont les densités les plus élevées (correspondant approximativement à la classe 10-50 *faidherbias*/ha). Quand à la dépression centrale qui porte les plus grands *faidherbias* et, localement, de fortes densités, 40 % de son parcellaire qui présentent le recouvrement le plus élevé dont le taux varie entre 10 et 50 %.

La comparaison des distributions de la surface des houppiers des *faidherbias* de Dossi et de Watinoma montre, à l'instar des autres variables mesurées, que les arbres de Dossi ont de plus grandes dimensions (cf. graphique 61). Au dessus de 75 m² de surface de houppier, ils sont mieux représentés dans les classes supérieures que ne le sont les *faidherbias* de Watinoma. En deça, ce sont ces derniers qui présentent une fréquence relativement plus élevée.

La classe des plus petits houppiers, de moins de 25 m², est à Watinoma la plus représentée (43 %) car elle comprend non seulement des individus jeunes mais aussi un petit nombre d'adultes au houppier réduit par l'émondage. Inversement à ce pic, on relève une dépression centrée sur la classe 100-125 m² correspondant au houppier des arbres adultes les plus émondés à Watinoma.

3.4.3.2. Part de *faidherbia* dans le recouvrement total des ligneux

La contribution de *Faidherbia albida* dans le recouvrement de l'ensemble des espèces constitutives des parcs varie beaucoup entre Dossi et Watinoma. (cf. cartes 30 et 31).

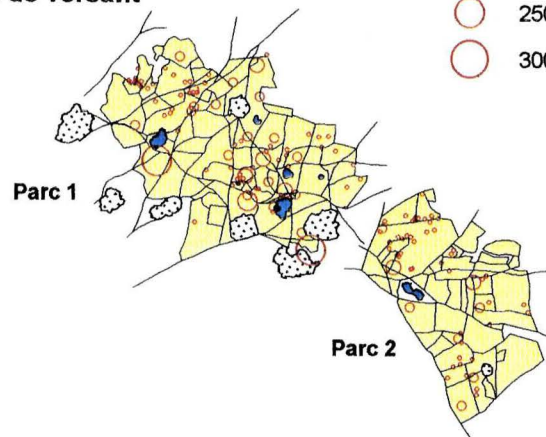
A Watinoma où les espèces ligneuses autres que le *faidherbia* sont dominantes, le recouvrement de celles-ci varie de 6,5 % sur hauts de versant à 8,5 % sur bas de versant et bas-fonds.

Sur le premier site, se sont dans l'ordre, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Aradirachta indica*, *Sclerocarya birrea* et *Piliostigma reticulatum* qui constituent la plus grande part de ce couvert. Sur bas de versant et bas-fonds, ce sont *Butyrospermum paradoxum*, *Mitragyna inermis*, *Lannea microcarpa*, *Ficus gnaphalocarpa* et *Piliostigma reticulatum*.

Ce sont surtout les plus grands arbres -beaucoup moins nombreux que les arbustes et les petits arbres- qui donnent les plus larges recouvrements. C'est notamment le cas des *Ficus gnaphalocarpa* dont la projection au sol du houppier peut dépasser 400 m², procurant une ombre très appréciée par l'homme et son bétail.

LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA
DISTRIBUTION DE L'ESPECE
SELON LA SURFACE DU HOUPPIER

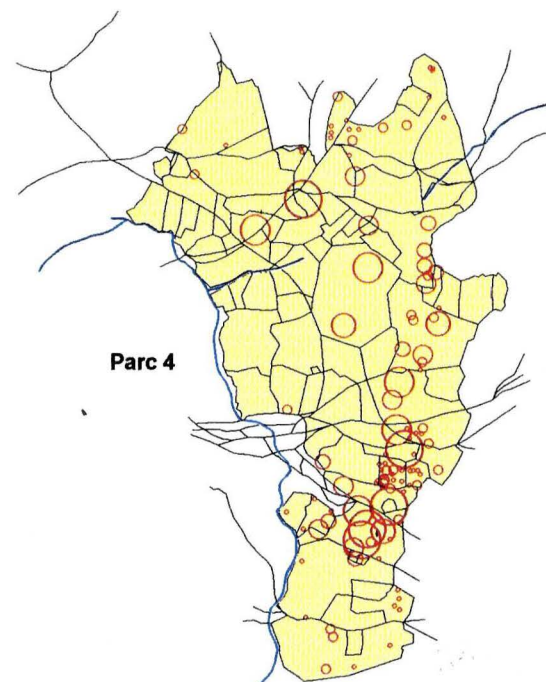
Site 1: Hauts de versant



CLASSES DE HOUPPIER (m2)

- 0 - 50
- 50-100
- 100-150
- 150-200
- 200-250
- 250-300
- 300-600

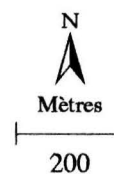
Site 2: Bas de versant et bas-fonds



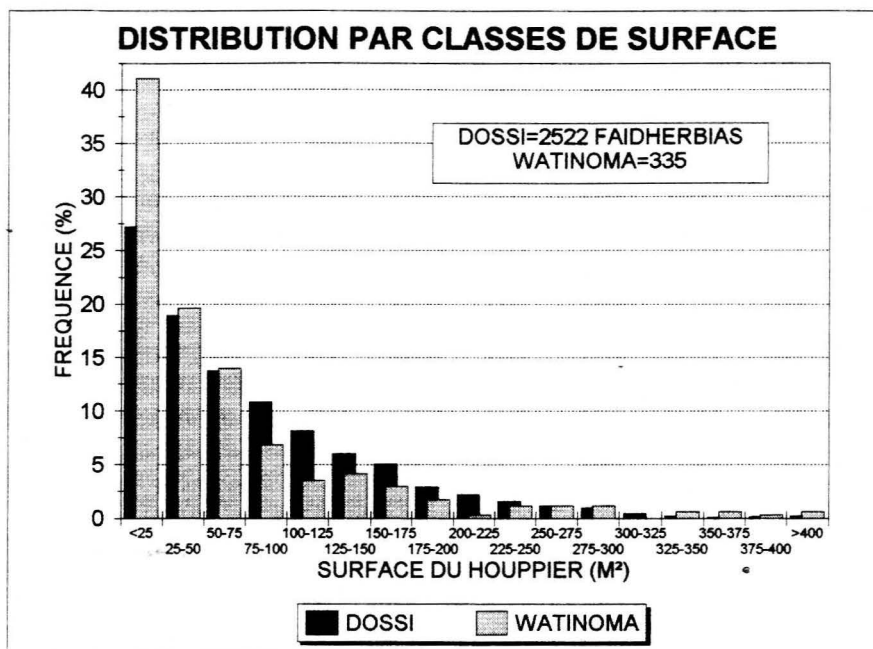
Parc 3

Parc 4

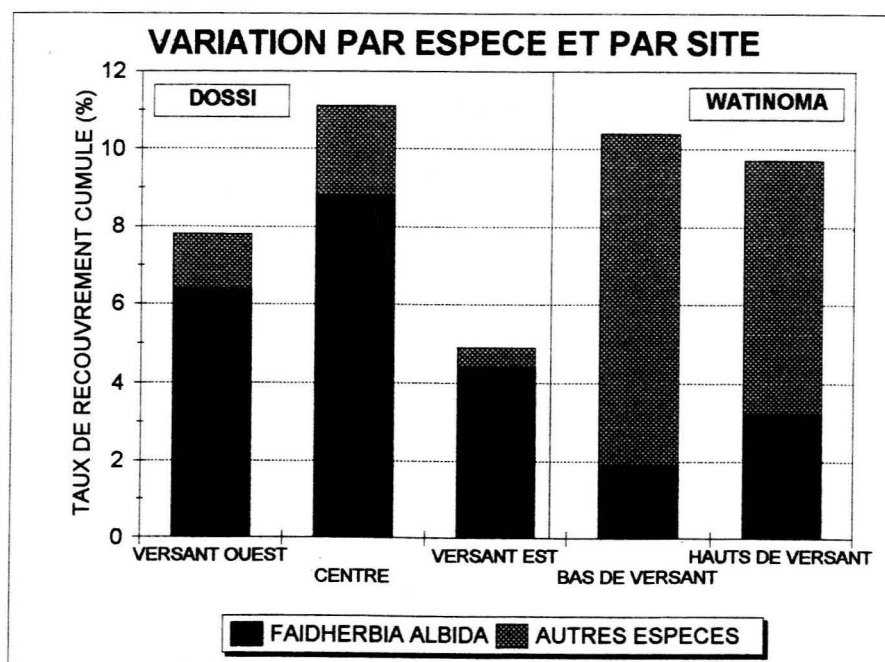
- Habitations
- Mares temporaires
- Parcelles
- Chemin
- Cours d'eau temporaire



GRAPHIQUE 61 : COMPARAISON DE LA DISTRIBUTION DES SURFACES DE HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA



GRAPHIQUE 62 : RECOUVREMENT AU SOL DES HOUPPIERS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET DES AUTRES ESPECES LIGNEUSES CONSTITUTIVES DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA



A Dossi, où la composition floristique des parcs est dominée par *Faidherbia albida* - majoritairement représenté par des individus de grande à très grande dimension- le recouvrement des houppiers des autres espèces est relativement faible. Il varie respectivement de 1,4 à 0,5 % sur les versant ouest et est à 2,3 % au centre du parc (moyenne 1,5 %) . Ce couvert arboré est principalement assuré par le karité (*Butyrospermum paradoxum*), le raisinier (*Lannea microcarpa*) et, dans une moindre mesure, par quelques gros nérés (*Parkia biglobosa*) dont certains individus couvrent 600 m² au sol.

La comparaison du recouvrement global de toutes les espèces des parcs de Dossi et de Watinoma, figurée au **graphique 62**, montre que les taux sont comparables d'un site à l'autre (8 à 10 %), exception faite du versant est de Dossi (4 à 5 %).

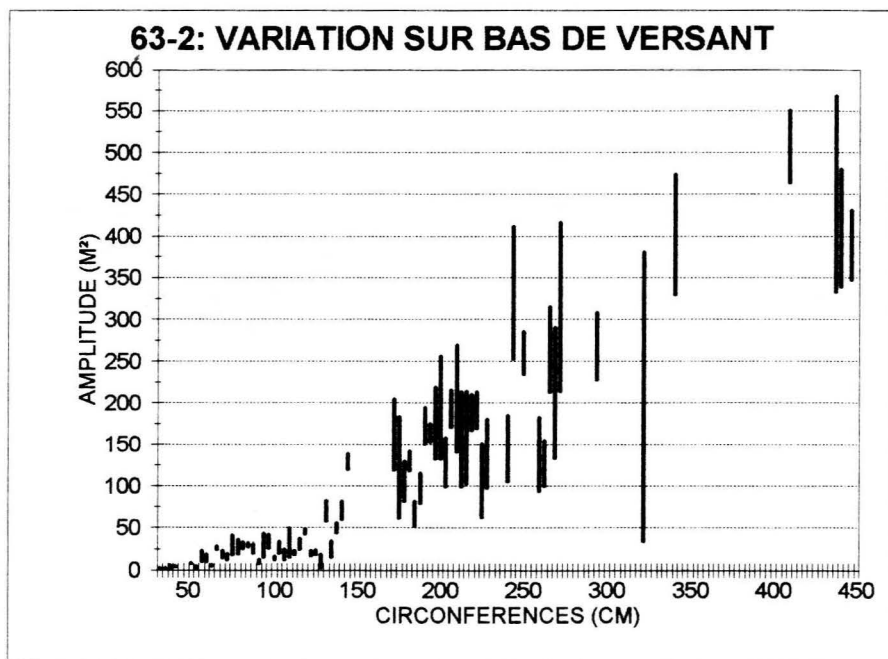
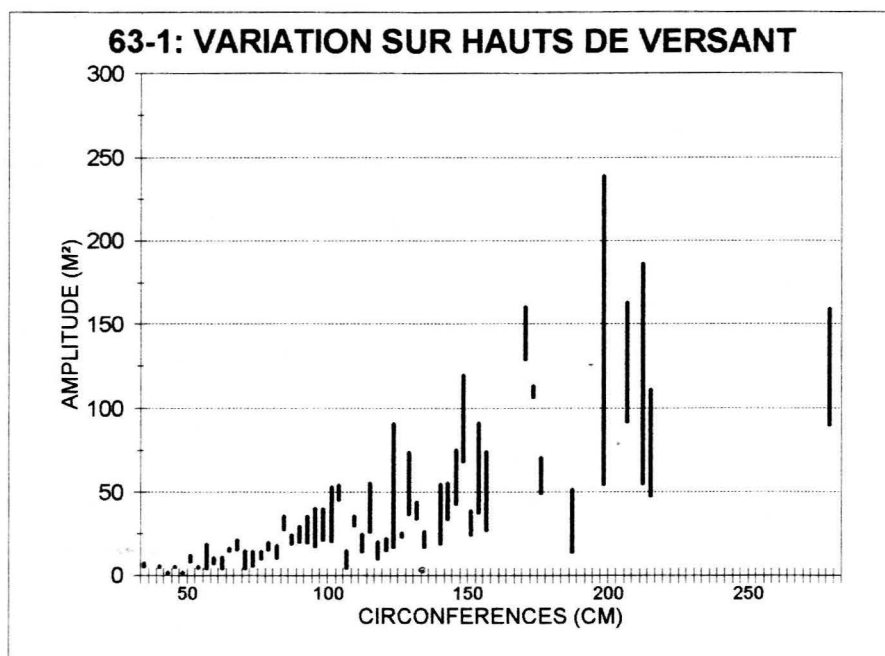
La différence entre les parcs de Dossi et Watinoma réside donc dans la contribution floristique de *faidherbia*, très variable d'un parc à l'autre. On peut dès lors faire l'hypothèse que l'influence du couvert ligneux sur les cultures associées est globalement plus bénéfique à Dossi qu'à Watinoma. Sur ce dernier terroir, le couvert des parcs majoritairement constitué d'espèces autres que *faidherbia* - espèces pour la plupart compétitives⁴ - porte vraisemblablement préjudice au développement et au rendement des cultures. Le couvert de *faidherbia* étant par ailleurs réduit par l'émondage, on peut se demander quelle importance revêt l'effet de l'espèce sur les cultures associées.

3.4.3.3. Variation saisonnière de la surface des houppiers

Le développement du houppier des *faidherbias* varie naturellement d'une année à l'autre en fonction de la saison (conditions climatiques), du stade architectural (âge physiologique) et de l'état sanitaire des individus (dépérissements, bris de houppier). Mais il peut surtout varier en fonction de l'intensité de l'émondage dont les prélèvements au cours de la saison sèche peuvent affecter la quasi-totalité de la surface des houppiers. C'est le cas à Watinoma où en 3 mois la diminution de la surface entre le milieu de la saison sèche (arbres encore peu ou pas émondés) et le début de la saison des pluies (arbres ayant pour la plupart été émondés) atteint 40 à 50 % pour les individus les plus gros ($C > 100$ cm). Tant sur hauts que sur bas de versant la surface des houppiers des plus petits arbres ($C < 100$ cm sur hauts de versant et 150 cm sur bas de versant et bas-fonds) diminue peu (cf. **graphiques 63 et 64**). Quelques uns des plus petits individus ont même augmenté leur surface de houppier, ce qui signifie clairement que l'émondage touche préférentiellement les arbres adultes sans totalement ignorer les plus jeunes individus.

⁴*Azadirachta indica*, *Piliostigma reticulatum*, *Lannea microcarpa*, *Mitragyna inermis*, *Butyrospermum paradoxum*, *Ficus gnaphalocarpa* ont été citées par les enquêtés ou à l'occasion de discussions informelles. Ces espèces sont fréquemment l'objet d'élagages destinés à limiter les effets de compétition sur les cultures associées mais il arrive qu'aucune culture ne soit faite sous leur houppier (grands arbres).

GRAPHIQUE 63 : EFFET DE L'EMONDAGE SUR LA SURFACE DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA: AMPLITUDE DES PRELEVEMENTS ENTRE LE MILIEU DE LA SAISON SECHE ET LE DEBUT DE LA SAISON DES PLUIES (3 MOIS)



Le houppier moyen varie ainsi de 80 à 43 m² pour les faidherbias adultes de haut de versant (C < 100 cm) et de 200 à 127 m² en aval de ce site. Le recouvrement mesuré en saison des pluies est donc près de deux fois inférieur à celui mesuré en saison sèche. Le taux de recouvrement est alors réduit à 1 à 2 %, après émondage.

3.4.4. Surface terrière

La surface terrière (G) qui est la section transversale du tronc d'un arbre mesurée à 1,30 m a été calculée à partir de la circonférence (C) des faidherbias en appliquant la formule:

$$G = \frac{C^2}{4 \pi}$$

La distribution spatiale des surfaces terrières est figurée par les cartes 32 et 33. Les moyennes sont données pour chaque site ou unité au tableau 27. Les valeurs observées confirment les différences préalablement relevées pour les autres variables étudiées : supériorité des arbres de Dossi sur ceux de Watinoma, d'une part, et supériorité des arbres de bas de versant et de bordure de bas-fonds sur ceux de hauts de versant à Watinoma comme à Dossi (exception faite des arbres sur sols vertiques), d'autre part.

Mais c'est en rapportant cette surface terrière à l'échelle des surfaces -en intégrant donc la densité- que les différences sont les plus représentatives. La surface terrière varie ainsi de 0,63 m²/ha à Watinoma à 2,30 m²/ha à Dossi avec des écarts notables d'un site à l'autre qui résultent à la fois de l'âge des peuplements et des contraintes de croissance de l'espèce.

On relève ainsi à Dossi les plus faibles valeurs sur les sols bruns eutrophes vertiques, mal drainés, et sur les sols peu évolués d'érosion lithique et les plus hautes valeurs sur les sols bruns eutrophes bien drainés du centre du parc et du versant ouest (moins de 0,5m²/ha contre plus de 3 m²/ha) ; les plus gros arbres y sont distribués autour du village. A Watinoma, la différence varie d'un facteur 2 entre les parcs amont (petits individus, densité élevée) et ceux de l'aval (gros individus, densité très faible).

3.4.5. Relations allométriques

Afin de caractériser et de comparer les structures dendrométriques des populations de faidherbias de Dossi et de Watinoma, nous avons fait une recherche de corrélations entre les dimensions des arbres, à savoir entre les variables circonférence, hauteur et surface du houppier (CIR, HAU et SUR).

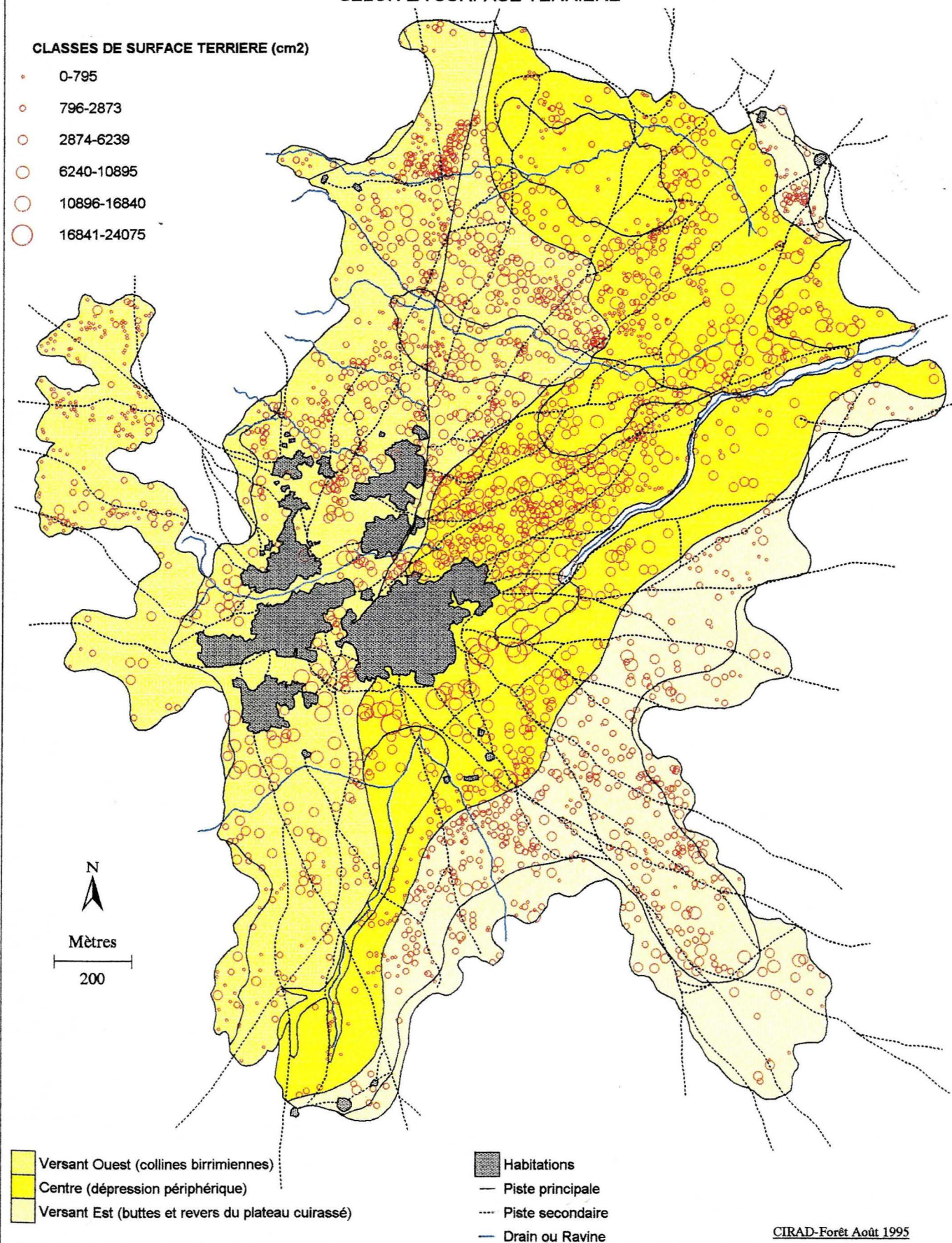
Les équations de régressions, calculées pour les parcs et leurs différents sites sont résumées aux tableaux 27 et 28 et leurs courbes sont représentées par les graphiques 64 à 65.

CARTE 32

**LE PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI
REPARTITION DE L'ESPECE
SELON LA SURFACE TERRIERE**

CLASSES DE SURFACE TERRIERE (cm2)

- 0-795
- 796-2873
- 2874-6239
- 6240-10895
- 10896-16840
- 16841-24075



TABEAU 27 : EQUATIONS DE REGRESSION LIANT LES VARIABLES CIRCONFERENCE, HAUTEUR ET SURFACE DU HOUPPIER DES *FAIDHERBIA ALBIDA* DU PARC ET DES SITES DE DOSSI

SITES	N	EQUATIONS DE REGRESSION	R ²	INTERVALLES DE CONFIANCE	P
1 : VERSANT OUEST	1029	Log HAU = 0,5 Log CIR + 0,98	0,77	a = 0,5 ± 0,02 b = 0,98 ± 0,005	THS
		Log SUR = 1,81 Log CIR + 1,47	0,85	a = 1,81 ± 0,05 b = 1,47 ± 0,01	THS
		Log SUR = 2,92 Log HAU - 1,38	0,71	a = 2,92 ± 0,11 b = 1,38 ± 0,12	THS
2 : CENTRE	950	Log HAU = 0,4 Log CIR + 1	0,71	a = 0,4 ± 0,02 b = 1 ± 0,005	THS
		Log SUR = 1,74 Log CIR + 1,42	0,81	a = 1,74 ± 0,05 b = 1,42 ± 0,02	THS
		Log SUR = 3,26 Log HAU - 1,76	0,63	a = 3,26 ± 0,16 b = 1,76 ± 0,17	THS
3 : VERSANT EST	543	Log HAU = 0,51 Log CIR + 0,98	0,73	a = 0,51 ± 0,03 b = 0,98 ± 0,07	THS
		Log SUR = 1,8 Log CIR + 1,38	0,79	a = 1,8 ± 0,09 b = 1,38 ± 0,02	THS
		Log SUR = 2,71 Log HAU - 1,27	0,62	a = 2,71 ± 0,18 b = 1,27 ± 0,18	THS
TOUS SITES (1 + 2 + 3)	2522	Log HAU = 0,47 Log CIR + 0,99	0,75	a = 0,47 ± 0,01 b = 0,99 ± 0,003	THS
		Log SUR = 1,78 Log CIR + 1,43	0,80	a = 1,78 ± 0,03 b = 1,43 ± 0,01	THS
		Log SUR = 2,97 Log HAU - 1,46	0,67	a = 2,97 ± 0,08 b = 1,46 ± 0,09	THS

CIR = Circonférence de l'arbre à 1,30 m, en m

HAU = Hauteur de l'arbre, en m

SUR = Projection au sol de la surface du houppier, en m²

N = Echantillon

P = Probabilité calculée au seuil de 95 % (THS : très hautement significatif)

TABEAU 28 : EQUATIONS DE REGRESSION LIANT LES VARIABLES CIRCONFERENCE, HAUTEUR ET SURFACE DU HOUPPIER DES *FAIDHERBIA ALBIDA* DES PARCS ET SITES DE WATINOMA

SITE	N	EQUATIONS DE REGRESSION	R ²	INTERVALLES DE CONFIANCE	P
1 : HAUTS DE VERSANT (Parcs 1 et 2)	132	HAU = 7,3 CIR - 1,07 CIR ² + 2,1 SUR = 20,8 CIR + 17,7 CIR ² - 3,6 Log SUR = 2,34 Log HAU - 0,75	0,76 0,80 0,74	a = 7,3 ± 1,1 b = 1,07 ± 0,3 c = 2,1 ± 0,8 a = 20,8 ± 14 b = 17,7 ± 4 c = NS a = 2,34 ± 0,24 c = 0,75 ± 0,21	THS THS THS
2 : BAS DE VERSANT ET BAS- FONDS (Parcs 3 et 4)	203	HAU = 7,1 CIR - 0,87 CIR ² + 2,4 SUR = 44,3 CIR + 10,2 CIR ² - 14,2 Log SUR = 2,26 Log HAU - 0,56	0,86 0,80 0,84	a = 7,3 ± 0,7 b = 0,87 ± 0,2 c = 2,4 ± 0,6 a = 44,3 ± 17,4 b = 10,2 ± 4,4 c = 14,2 ± 13,8 a = 2,26 ± 0,14 c = 0,56 ± 0,13	THS THS THS
TOUS SITES (1 + 2)	335	HAU = 7,1 CIR - 0,88 CIR ² + 2,3 SUR = 35,8 CIR + 11,8 CIR ² - 12 Log SUR = 2,31 Log HAU - 0,65	0,83 0,80 0,80	a = 7,1 ± 0,6 b = 0,88 ± 0,2 c = 2,3 ± 0,5 a = 35,8 ± 12,6 b = 11,8 ± 3,3 c = 12 ± 10 a = 2,31 ± 0,12 c = 0,65 ± 0,12	THS THS THS

CIR = Circonférence de l'arbre à 1,30 m, en m

HAU = Hauteur de l'arbre, en m

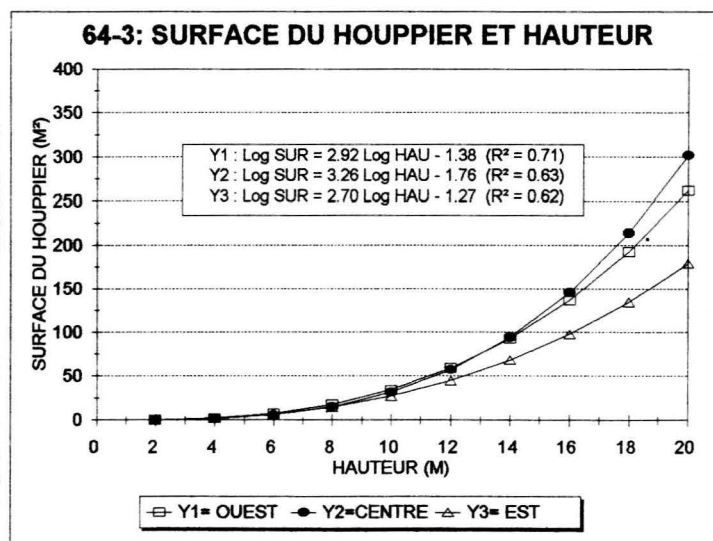
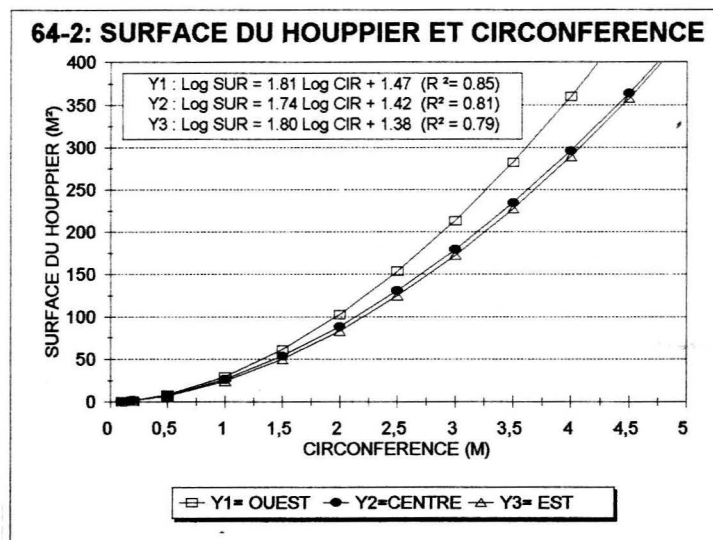
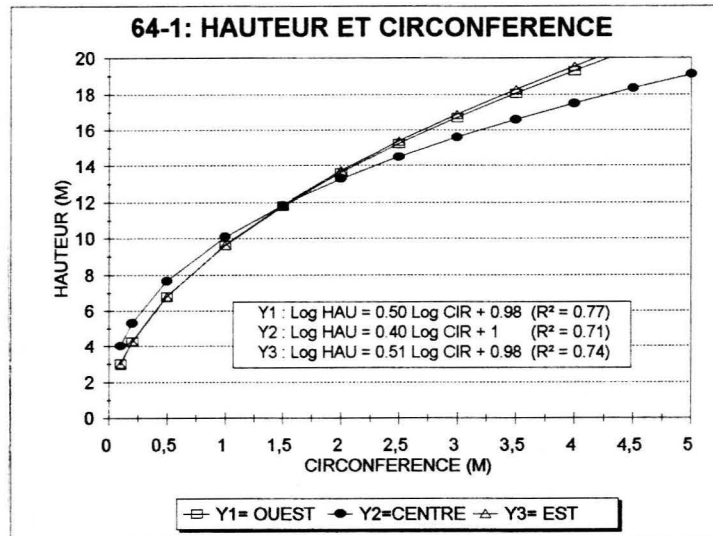
SUR = Projection au sol de la surface du houppier, en m²

N = Echantillon

P = Probabilité calculée au seuil de 95 % (THS : très hautement significatif)

NS = Non significatif

GRAPHIQUE 64 : RELATIONS ENTRE LA HAUTEUR, LA CIRCONFERENCE ET LA SURFACE DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES TROIS SITES DU PARC DE DOSSI

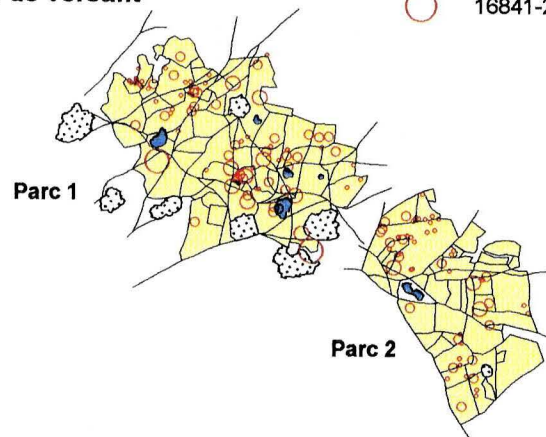


LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA DISTRIBUTION DE L'ESPECE SELON LA SURFACE TERRIERE

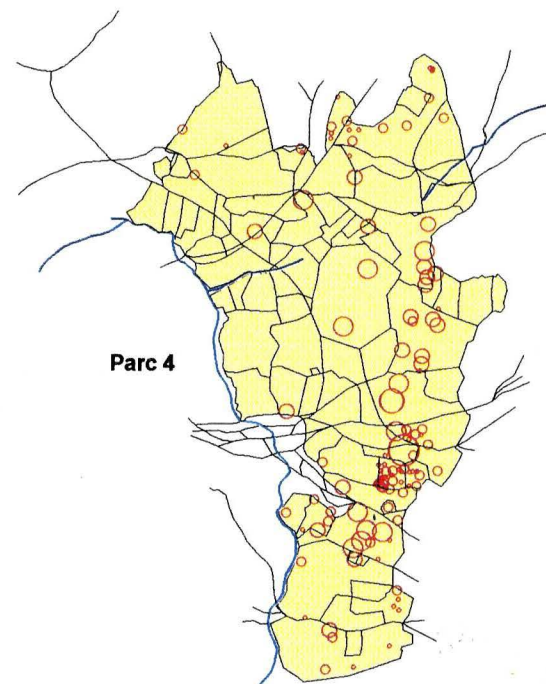
CLASSES DE SURFACE TERRIERE (cm2)

- 0-795
- 796-2873
- 2874-6239
- 6240-10595
- 10896-16840
- 16841-24075

Site 1: Hauts de versant

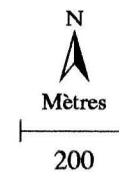


Site 2: Bas de versant et bas-fonds



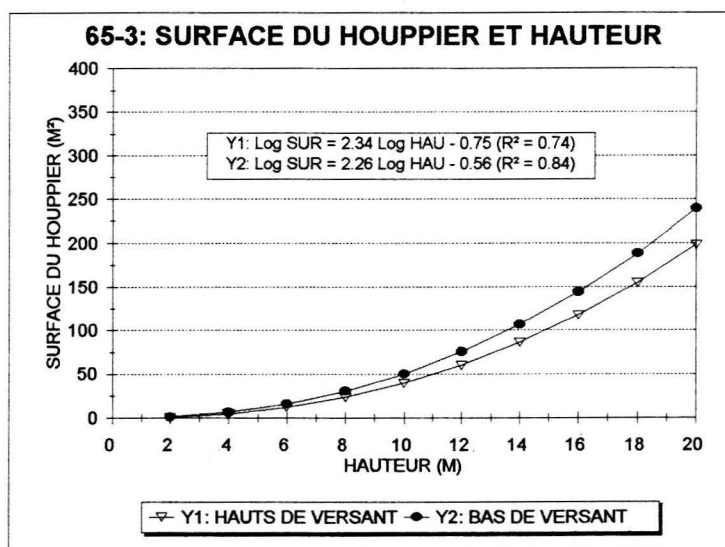
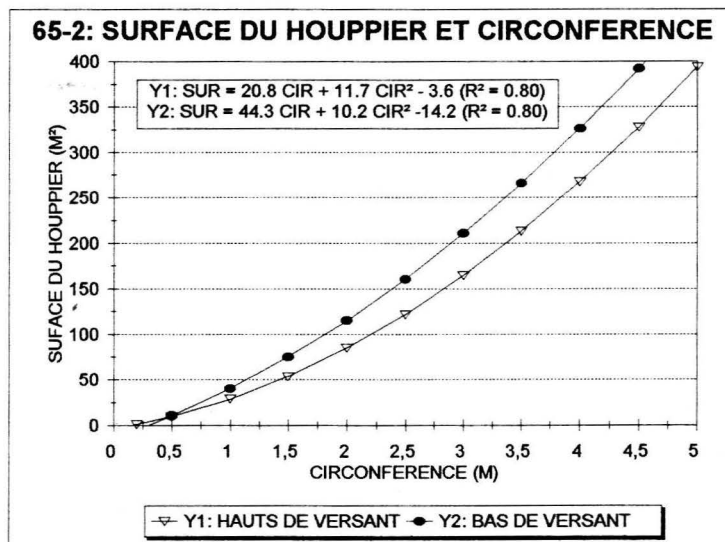
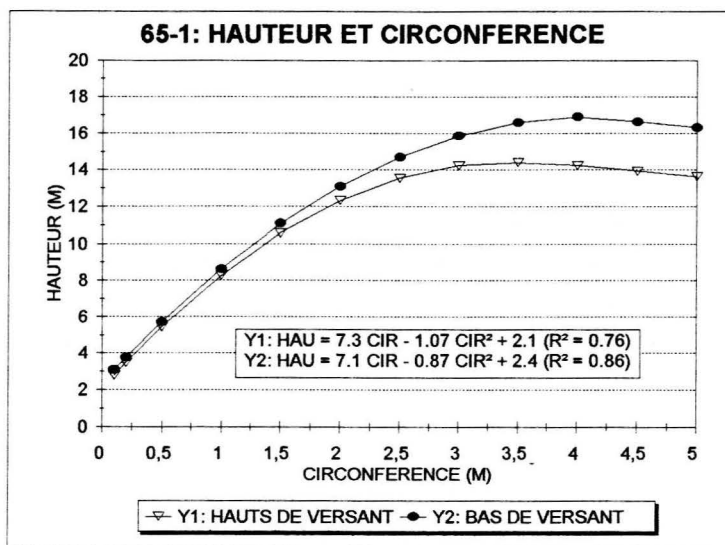
- Habitations
- Mares temporaires
- Parcelles
- Chemin
- Cours d'eau temporaire

CIRAD-Forêt Août 1995



CARTE 33

GRAPHIQUE 65 : RELATIONS ENTRE LA HAUTEUR, LA CIRCONFERENCE ET LA SURFACE DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES DEUX SITES DES PARCS DE WATINOMA



A Dossi, toutes les régressions, très hautement significatives, ont été calculées à partir d'une double transformation logarithmique donnant des équations du type :

$$\text{Log } Y = a\text{Log}X + b$$

Les coefficients de détermination (R^2) sont généralement élevés à l'échelle du parc comme à celle des sites pour toute relation allométrique prédisant la hauteur ou la surface du houppier en fonction de la circonférence ($R^2 = 0,71$ à $0,85$). Par contre, les régressions mettant en relation la hauteur et la surface du houppier sont moins bien déterminées ($R^2 = 0,62$ à $0,71$).

Ceci revient à dire que les régressions calculées à partir de variables intégrant les dimensions du houppier expriment une variabilité moins bien expliquée qui peut tenir aux facteurs suivants :

- l'émondage qui perturbe les dimensions du houppier. Cependant, comme nous le verrons ultérieurement, l'émondage est à Dossi de faible intensité et affecte peu d'arbres ;

- le développement architectural propre à l'espèce qui détermine des formes et des rapports de dimension contrastés entre les stades jeune, adulte et vieillissant des arbres. De fait, pour les faidherbias de Dossi, généralement peu ou pas émondés, les différences peuvent s'exprimer assez fortement d'un stade à l'autre.

A Watinoma, toutes les régressions calculées sont également très hautement significatives et bien déterminées, sur la base d'équations du type :

$$Y = a X^2 + bX,$$

correspondant à des courbes de forme parabolique liant la surface du houppier ou la hauteur à la circonférence.

Malgré l'importance de l'émondage à Watinoma, facteur qui fait beaucoup varier les dimensions du houppier des arbres, les équations reliant la surface du houppier et la hauteur sont bien déterminées ($0,74$ à $0,84$).

Ce résultat semble indiquer que l'émondage est appliqué d'un arbre à l'autre avec une relative constance dans le temps et en intensité et pour le moins que la réponse des arbres à l'émondage est suffisamment forte pour combler les écarts résultant des coupes (mesures faites avant émondage).

TABEAU 29 : PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DENDROMETRIQUES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* MESUREES ET COMPAREES SUR LES DIFFERENTS SITES DE WATINOMA ET DE DOSSI

SITES ET UNITES	WATINOMA							DOSSI											
CARACTE- RISTIQUES	HAUTS DE VERSANTS			BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS			TOUS SITES 1+2	VERSANT OUEST				CENTRE				VERSANT EST			TOUS SITES 1+2+3
	Parc 1	Parc 2	Site 1	Parc 3	Parc 4	Site 2		1.1	1.2	1.3	Site 1	2.4	2.5	2.6	Site 2	3.7	3.8	Site 3	
ECHANTILLON (N)	78	54	132	89	114	203	335	216	721	92	1029	808	113	29	950	423	120	543	2522
CIRCONFERENCE (M)																			
- Médiane	110	87	98	104	127	120	110	68	161	145	144	177	191	71	177	127	132	128	152
- Moyenne	119	93	108	126	151	140	127	84	164	143	145	186	194	87	184	129	134	130	157
- Coef. var. (%)	64	47	61	73	66	69	69	69	44	24	52	47	42	77	48	49	52	50	52
HAUTEUR (M)																			
- Médiane	8,9	7,4	7,7	9,8	10,5	10,2	9,1	8,4	12,3	12,7	11,6	13,1	13,6	10,1	13,2	11,2	11,6	11,2	12,1
- Moyenne	8,8	7,4	8,2	9,0	10,4	9,8	9,2	8,2	12,1	12,5	11,4	12,6	13,0	9,3	12,6	10,7	10,7	10,7	11,6
- Coef. var. (%)	38	32	37	50	38	44	43	40	23	20	29	21	21	44	22	23	32	26	27
SURF. TERRIERE (M²)																			
- Médiane	0,10	0,06	0,08	0,09	0,13	0,11	0,10	0,04	0,21	0,16	0,17	0,34	0,29	0,03	0,25	0,13	0,14	0,13	0,18
- Moyenne	0,16	0,08	0,13	0,19	0,26	0,23	0,19	0,08	0,26	0,19	0,21	0,25	0,35	0,09	0,33	0,17	0,18	0,17	0,25
- Coef. var. (%)	147	106	151	125	125	127	138	141	83	76	96	131	83	157	75	90	92	77	74
- Cumulée/ha	11,0	1,00	1,08	0,42	0,60	0,51	0,63	0,67	2,81	3,11	2,23	2,50	2,70	0,39	2,97	1,41	0,76	1,36	2,30
SURF. HOUPPIER (M²)																			
- Médiane	27,3	20,2	25,0	51,2	48,2	48,3	34,2	14,5	66,7	57,7	55	76	112	12,0	77,7	37,3	33,0	36,3	56,5
- Moyenne	44,0	28,8	37,8	68,8	84,1	77,4	61,7	34,6	88,0	69,4	75	93	122	27,0	94,3	51,2	51,8	51,3	77,3
- Coef. var. (%)	118	104	119	112	116	116	126	139	84	84	95	84	67	126	84	96	102	97	93

Circonférence à 1,30 m

Surface terrière à 1,30 m = $G = C^2/4 \Pi$

DNS x DEO

Surface du houppier = $\Pi \cdot \frac{DNS \times DEO}{4}$ (Projection au sol de la surface d'une ellipse de diamètres Nord-Sud et Est-Ouest)

3.5. CONCLUSION

L'organisation spatiale et structurale des parcs à *Faidherbia* différencie les parcs de Dossi et de Watinoma, renforçant le caractère monospécifique de l'un et celui composite de l'autre.

A Watinoma, l'hétérogénéité de la distribution spatiale des *Faidherbias* et des autres espèces, la fragmentation des peuplements et le caractère multistrate des parcs, engendrent une multiplicité de faciès. Cette variation des situations tient à la fois aux conditions de site -plus contrastées et diverses qu'à Dossi- mais aussi aux pratiques d'aménagement que révèle notamment l'échelle du parcellaire. Ainsi, *Faidherbia albida* occupe un espace assez bien déterminé entre le bas des versant et l'axe des bas-fonds, mais l'espèce y est présente à la fois sous forme de regroupements denses (jeunes individus) et, le plus souvent, laches (gros à très gros individus). En amont si les densités en *Faidherbias* apparaissent plus élevées et plus régulièrement distribuées, l'hétérogénéité structurale n'y est pas moins forte. Elle présente, d'une part, des regroupements liés à des effets de site et à la gestion des régénérations et, d'autre part, des alignements d'arbustes régulièrement rabattus, en délimitation parcellaire. Cependant, même si on ne tient pas compte de cette fraction arbustive distincte de celle arborée et dispersée qui constitue la structure des parcs, la part de *Faidherbia albida* reste modeste, ne constituant que 25 % de l'effectif des parcs.

A Dossi, l'homogénéité structurale de la strate arborée -essentiellement composée de *Faidherbias* pour la plupart de grande dimension et régulièrement dispersés- renforce le caractère unitaire du parc. La densité y est 2 à 3 fois plus élevée qu'à Watinoma. On y constate toutefois d'aussi fortes variabilités parcellaires. En outre, la distribution spatiale des *Faidherbias* répond aux mêmes contraintes pédohydriques : disparition ou forte dilution de l'espèce sur les sols lithiques et de façon plus significative, sur les sols les plus mal drainés (vertisols).

Mais la différence majeure avec Watinoma qui constitue la plus grande source de variation à la fois structurale et floristique du parc de Dossi est le fait des jachères qui occupent surtout la périphérie du parc et; en fin de compte donnent sa limite. Lorsque le parc cesse d'être fonctionnel, *Faidherbia albida* apparaît rapidement dominée par de multiples espèces -dont le raisinier (*Lannea microcarpa*). Cette différenciation n'affecte pas également les unités topographiques du parc. Finalement, c'est entre le bas du versant ouest et le centre du parc que les densités de *Faidherbia* sont les plus fortes, les plus régulièrement dispersées et que les peuplements sont le moins touchés par la jachère.

Si les variations parcellaires de la densité y sont aussi fortes qu'à Watinoma (de 0 à plus de 100 individus/ha), il reste que 63 % des parcelles de Dossi ont des *Faidherbias*, contre 47 % à Watinoma, et que 40 % des parcelles cultivées de Dossi portent exclusivement des *Faidherbias* contre 6 % à Watinoma.

La mise en relation de caractéristiques dendrométriques et sociologiques ou d'aménagement montre qu'aux âges des exploitants et aux durées d'exploitation les plus élevées correspondent généralement les densités les plus fortes et les arbres les plus gros avec

cependant une exception notable à Watinoma. En effet, le fort relèvement des densités enregistré sur les parcelles d'exploitation récente tend à montrer que les plus jeunes exploitants redynamisent actuellement les peuplements de faidherbias. Inversement, à Dossi, aux remises en culture correspondent des baisses de densité. Le sexe des exploitants est également à l'origine de variations importantes. D'une façon générale, les parcelles des femmes sont moins arborisées que celles des hommes. Elles comptent toujours peu de faidherbias. Mais ce constat ne reflète pas nécessairement un désintérêt pour *Faidherbia albida* ; il peut résulter du choix d'une culture ne se prêtant pas à l'association avec faidherbia ou de l'allocation d'une terre dépourvue d'arbres.

Quant au mode d'exploitation des sols, il apparaît à Watinoma avoir peu d'influence sur la densité des faidherbias à la différence de ce qui est observé pour les autres ligneux. Ceux-ci sont généralement plus nombreux sur les champs communautaires qu'individuels. On relève à Dossi une tendance inverse sur quelques parcelles où individuellement les exploitants ont planté de nombreux manguiers aux dépens du faidherbia alors que la densification du faidherbia apparaît favorisée par l'exploitation communautaire des sols. S'oppose donc une association "espèce locale-conservation-communautaire" à celle "espèce exotique-plantation-individuel".

L'analyse comparative des dimensions de faidherbia et notamment de sa circonférence différencie d'une part les parcs de Dossi et de Watinoma et, d'autre part les peuplements des différents sites : hauts et bas de versant à Watinoma, dépression périphérique et ses versants à Dossi. Les parcs de Watinoma apparaissent jeunes dans leur ensemble malgré la présence de quelques gros individus en bordure de bas-fonds. Là, sur ce site récemment mis en valeur (25-30 ans), les distributions inéquiennes montrent que les recrutements de faidherbias ont été réalisés avec discontinuité. Sur hauts de versant, le peuplement apparaît plus jeune qu'en aval. Les trois-quarts des faidherbias qui ont moins de 130 cm de circonférence témoignent d'une récente redensification des parcs à faidherbia mais des disparités existent entre parcs et, plus encore, entre parcelles.

Corrélativement, les faidherbias de Watinoma ont de médiocres hauteurs et surfaces de houppier dont le recouvrement est très faible. Mais la différence avec Dossi doit beaucoup au facteur émondage qui écrête les hauteurs des arbres adultes et contient le développement des houppiers.

La réduction du recouvrement des faidherbias, déjà modeste du fait de la densité et de la dimension des arbres, laisse supposer que leurs effets sur les cultures associées sont à Watinoma très marginalisés ou pour le moins sujets à de très fortes variabilités.

A l'inverse, à Dossi, la continuité du parc majoritairement constitué de grands arbres au houppier peu affecté par l'émondage, paraît globalement répondre à la fonction d'amélioration des sols citée par les exploitants enquêtés.

CHAPITRE 4 : PORT ET DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

4.1. MODELE ARCHITECTURAL ET OBSERVATIONS SUR LA DISSYMETRIE DU HOUPPIER

Faidherbia albida est par ses dimensions, son port et son architecture une espèce aisément identifiable et distincte des autres légumineuses arborées du paysage sahélo-soudanien.

Ses caractéristiques morphologiques et son développement architectural ont été reconnues par STERCK et *al.* (1991), sur la base des travaux de HALLE et ÔLDEMAN (1978) et de BARTHELEMY et *al.* (1989).

L'analyse architecturale de l'espèce peut être considérée comme un outil approprié pour évaluer les productions en feuilles et fruits aux stades reconnus de l'ontogenèse. Elle renseigne sur sa dynamique de croissance et sur les éventuelles perturbations de celle-ci. Pour une espèce aussi couramment émondée que *Faidherbia albida*, la reconnaissance d'un modèle architectural apparaît indispensable pour relativiser toute interprétation faite de la réponse de l'arbre aux coupes et, de façon liée, pour étudier son rythme phénologique et de son âge.

En première analyse, nous avons cherché à déterminer dans quelle mesure les *faidherbias* de Dossi et de Watinoma pouvaient être différenciés par leur architecture, au regard des facteurs de sites et d'aménagement, très contrastés d'un terroir à l'autre.

Dans l'étude architecturale des végétaux, toute plante est considérée comme un système d'axes hiérarchiquement organisés. L'ordre d'apparition des axes et leur position les uns par rapport aux autres peuvent être comptés et décrits. Aussi, la base de la modélisation architecturale qui peut être résumée en l'étude des structures et des fonctionnements méristématiques (HALLE et *al.*, 1978) repose-t-elle sur deux caractéristiques morphologiques majeures :

- le type de ramification (présence ou absence au premier niveau),
- la différenciation des axes végétatifs (orthotropie et plagiothropie).

Mais elle prend aussi en compte le mode de croissance (rythmique ou continue) et la position des organes reproducteurs (terminale, latérale).

Comme le rapportent STERCK et *al.* (1989), on peut regrouper les étapes du développement architectural en 4 périodes de croissance :

- la période initiale où la plantule (semis) est un axe non ramifié qui ne porte que des feuilles ;
- la période suivante qui contient une succession de phases architecturales définissant un modèle ;

- une période de réitération durant laquelle le modèle se multiplie au sein de l'arbre selon 2 modes :

- . par intercalation des séquences du modèle dans les compartiments ou sous-couronnes constituées du houppier ("période de métamorphose") ;
- . par traumatisme qui induit une réitération non programmée et opportune là où elle se développe.

Par référence à la classification de HALLE et OLDEMAN (1970), *Faidherbia albida* appartient au groupe des arbres ramifiés portant des "axes végétatifs à structure mixte". En effet, "la croissance en hauteur se fait par juxtaposition indéfinie d'axes tous équivalents mais dont la structure est mixte (...). Chacun des axes élémentaires présente une partie basale verticale à rôle de tronc et une partie distale, horizontale, à rôle de branche séparée par une courbure de rayon variable à rôle de sommet (...). La croissance en hauteur est donc ici subordonnée à la notion de sommet, site privilégié de l'effort morphogénétique d'orientation ascendante".

Si la différenciation plagiotrope atteint le méristème apical de l'axe dès son origine ou précocement, l'axe est alors plagiotrope sur toute la longueur ou presque. C'est le modèle de TROLL auquel *Faidherbia albida* est apparenté. Dans ce modèle, il est précisé que le caractère orthotrope n'est présent qu'un bref temps, au stade juvénile de la plante sur certains axes, notamment sur de courts segments basaux.

La croissance en hauteur et la formation du tronc sont donc acquises par la juxtaposition d'axes végétatifs à structure mixte, dont la partie basale se redresse après défoliation.

STERCK et *al.* (1991), en appliquant cette classification sur deux populations de 50 *faidherbias* au Mali, ont reconnu 8 phases de développement architectural en prenant comme critère principal le nombre d'ordres de branches apparaissant sur l'arbre du stade juvénile à sa sénescence achevée (phase 9 ; cf. tableau 30).

En tenant compte de ces résultats, nous avons pour les populations de *faidherbias* des parcs étudiés, procédé à un large échantillonnage afin d'établir une analyse architecturale comparative des sites de Dossi et de Watinoma (cf. **fiche d'inventaire en annexes 20 et 25**). Pour cela, les conditions suivantes ont été retenues :

- . l'échantillonnage a été réalisé en prenant sur chacun des deux terroirs, et chacune des unités topographiques (sites) un nombre de *faidherbias* de toutes dimensions et morphologies, représentatifs de la structure des populations;
- . les arbres portant des traces récentes et fortes d'émondage ont été exclus ; mais il est évident que les arbres échantillonnés ont pu être soumis à des émondages antérieurs que l'architecture actuelle ne révèle pas ou peu ;

- . pour cette dernière raison qui concerne principalement les arbres adultes de Watinoma, tous plus ou moins émondés au cours de leur vie, l'échantillonnage a été consolidé sur ce dernier terroir : 230 individus (plus de 50 % de la population des parcs), contre 200 à Dossi (taux de sondage : 8 %) ;

Pour l'ensemble des individus échantillonnés de Watinoma, la détermination de stades architecturaux a été facilitée par l'analyse de clichés photographiques régulièrement pris sur 3 à 4 ans dans le cadre des suivis phénologiques et de l'étude de l'émondage.

Pour chaque individu, ont été mesurés :

- . la circonférence, à la base pour les juvéniles et à 1,30 m pour les adultes ;
- . la hauteur totale, en début de saison sèche, avant émondage éventuel ;
- . la hauteur du fût, de la base du tronc jusqu'à la première branchaison à partir de laquelle le houppier est généralement constitué ;
- . le diamètre moyen du houppier (à partir de la projection au sol des diamètres nord-sud et est-ouest).

L'absence ou la présence de tronc a conduit à séparer les individus juvéniles relevant du stade initial (stade 0) des individus, conservés, leur succédant jusqu'à la sénescence.

La succession de stades architecturaux a été essentiellement reconnue par le groupement d'individus à la morphologie comparable et par l'observation de la différenciation morphologique des axes et des niveaux de ramification.

Pour ce qui concerne le nombre d'ordres d'apparition des branches, selon le modèle architectural de TROLL, l'évaluation s'est avérée délicate à faire pour les sujets adultes. En effet, lorsque le tronc est constitué et que de probables élagages ont pu contribuer à façonner sa rectitude, il est difficile d'identifier et de compter l'ordre des premières ramifications. C'est pourquoi nous avons opté pour un regroupement assez large des individus en 5 classes, basé sur la forme du houppier et la structure de sa ramification en donnant une fourchette au nombre d'ordres évalué. Dans chaque classe et pour toute variable dendrométrique mesurée, la médiane a été calculée assortie des valeurs extrêmes. Par ailleurs, parmi nos observations, la forme du tronc (droit, penché, sinueux) a été enregistrée.

Dans une seconde analyse, nous nous sommes intéressés au port du houppier et plus précisément à ses déformations en fonction de l'orientation cardinale. Notre attention a été attirée par le fait que de nombreux arbres -surtout à Dossi- présentaient un houppier plus développé dans la partie sud.

D'après WERGER et ELLIENBROEK (1982) qui ont relevé en Zambie, une asymétrie du houppier de *Faidherbia albida*, le fait serait directement lié son rythme phénologique inverse. Dans l'hémisphère sud, lorsque l'espèce se refeuille, en saison sèche, le soleil est au nord. La partie nord du houppier reçoit donc plus de lumière que la moitié sud. Elle photo synthétise plus et se développe en conséquence plus vite que la partie sud. Ceci serait à l'origine du déséquilibre du houppier dont le ratio entre le nord et le sud a été évalué entre 3 pour 2 et 5 pour 3.

Les auteurs parlent d'asymétrie plutôt que de dissymétrie car à l'orientation nord-sud s'en ajoute une autre, est-ouest, de moindre importance, conférant une orientation générale nord à nord-ouest du houppier. A cette orientation particulière du houppier en hémisphère sud, logiquement, l'inverse devrait être constaté dans l'hémisphère nord, suggérait ces auteurs.

C'est cette hypothèse que nous avons voulu vérifier en constituant deux échantillons d'arbres de toutes dimensions satisfaisant les conditions suivantes :

- ne pas présenter de traces récentes et fortes d'émondage. A nouveau, ce critère de choix qui n'a pas posé de problème à Dossi est apparu ambigu à Watinoma où il est difficile d'évaluer l'impact d'émondages anciens sur l'architecture et le port du houppier. On peut, cependant considérer que les exploitants émondent sans distinction le nord et le sud des houppiers. L'arbre émondé "moyen" doit donc avoir un houppier également développé sur les axes cardinaux. C'est ce que nous avons vérifié au préalable à Watinoma : la comparaison des 4 rayons moyens du houppier de 200 faidherbias de toutes dimensions plus ou moins émondés montre des valeurs quasi-identiques, variant de 4,60 m à 4,70 m. La variabilité autour de ces moyennes est évidemment très élevée du fait de l'émondage. On peut alors supposer qu'une différence reste possible à déceler sur les sujets peu ou pas émondés, sous réserve que la variabilité des dimensions du houppier ne masque pas cette différence ;

- avoir un tronc droit et présenter un bon état sanitaire, en particulier avoir un houppier entier (ce qui exclus beaucoup d'arbres âgés, plus ou moins chancreux et au houppier souvent fracturé) ;

- être positionné à large espacement de tout arbre voisin afin de minimiser au maximum les effets de dominance ou d'écran susceptibles d'interférer sur le développement du houppier. On a considéré que tous les individus échantillonnés au sein des parcs étaient dans une position moyenne de voisinage et de concurrence équivalente vis-à-vis de l'ensoleillement, du vent et des ressources en sol et en eau.

On a ainsi retenu 100 arbres à Watinoma en proportions égales sur hauts et bas de versant et 270 à Dossi, également distribués sur les versants est et ouest et la dépression périphérique du parc. L'échantillonnage a par ailleurs été constitué en tenant compte de la structure des peuplements et de leur représentativité par classes de circonférence.

TABEAU 30 : STADES DU DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE FAIDHERBIA ALBIDA, AGE ET DIMENSIONS CORRESPONDANTES SELON STERCK ET AL. (1991)

STADE	ORDRE BRA. (1)	AGE (2) MOY.	CIR (3) 1,30	HAU. (4) TOT.	HAU. (5) FUT	DIA. (6) HOU.	OBSERVATIONS
1	0	0,5	-	0,3	-	-	Semis orthotrope ou drageon plagiotrope (0,6 m à 1 an).
2	1	2	-	0,6	-	-	Développement de rameaux latéraux. Croissance en hauteur de l'axe principal du semis (observé en serre).
3	2	3	-	0,6	-	-	Port buissonnant : axe principal court avec des branches d'ordre 1 basses dont certaines ont une ramification secondaire.
4	3	7	25	2,5	1,5	0,7	Une branche dominante par extension sympo de forme le tronc qui s'est épaissi. Les branches latérales basses meurent. Couronne sphérique.
5	4	16	129	8	4,5	5	Le fût atteint sa hauteur finale, le tronc s'épaissit. Le houppier est un cône inversé profilé par l'extension des branches d'ordre 1.
6	5	30	201	11	4,5	7	Le tronc et les axes d'ordre 1 continuent de s'épaissir. Des branches basses meurent. Le houppier est semi-hémisphérique par le bas.
7	6	55	339	17	4,5	15	L'arbre a atteint ses dimensions maximales. Le houppier est semi-hémisphérique par le haut ; le tronc et les branches d'ordre 1 s'épaississent encore ; des branches d'ordre 2 meurent, d'autres sont le siège de réitérations.
8	7	85	421	17	4,5	15	Les troncs et les branches des 2 derniers ordres s'épaississent. Des réitérations primaires et secondaires apparaissent sur les axes d'ordre 1 et 2. Des branches basses sur les axes premiers meurent ; le houppier s'éclaircit touché par la sénescence.
9	7	100	421	17	4,5	-	La sénescence gagne l'ensemble de l'arbre. De nombreuses branches de divers ordres meurent. Ne restent que quelques sous- couronnes éparses, encore feuillées.

(1) Nombre d'ordres de branches

(2) Age moyen estimé par comptage de cernes sur bois échantillonnés

(3) Circonférence à 1,30 m, en cm

(4) Hauteur totale moyenne (m)

(5) Hauteur du fût, du sol à la 1ère branchaison (m)

(6) Diamètre moyen du houppier (m)

4.2. LES STADES DE DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE L'ESPECE A DOSSI ET A WATINOMA

Les différents stades identifiés et les valeurs dendrométriques correspondantes sont résumés au **tableau 31** et à la **figure 7**.

Le stade 0 représente le stade initial aux séquences de développement de l'individu. Ce stade qui incorpore les semis, les rejets de souche et les drageons peut être maintenu de nombreuses années en l'état par l'exploitant qui les rabat. Le bétail qui abroutit les repousses y contribue par ailleurs. Le caractère juvénile de certaines cépées, tout particulièrement au regard de la dimension de leurs systèmes racinaires, est donc relatif. Nous préciserons ce particularisme dans le chapitre sur le mode de régénération et la dynamique de l'espèce.

Les semis ont un port orthotrope caractéristique. Il n'est pas rare de trouver des semis d'un an ou deux au port en baillonnette résultant d'un coup de houe ou de dent (cf. **photographie 24**). Mais les rejets et les drageons apparaissent bien plus abondants que les semis sur les deux parcs. Il est vraisemblable que certains semis survivant aux rabattages successifs se développent sous forme de cépées rejetant.

Les rejets constituent des cépées plus ou moins vigoureuses selon le site et le développement atteint par le système racinaire qui les porte. La plupart des rejets montrent une croissance initiale (basale) verticale puis l'axe en s'allongeant rapidement se courbe. Certains conservent un port buissonnant lié au caractère xérique des sols les plus superficiels et/ou aux rabattages successifs qui font s'épuiser certaines cépées. Il en va de même des drageons qui montrent une nature plagiotrope précoce comme l'ont relevé STERCK et *al.* (1991). Les plantules, les rejets et les drageons portent après 6 mois à un an des rameaux latéraux (axes d'ordre 1). La hauteur moyenne des rejets et des drageons est généralement inférieure à 1 m. A ce stade, le port et l'encombrement spatial des rejets peut constituer une contrainte au développement des cultures. C'est pourquoi les rabattages sont quasi-systématiques.

Le stade 1 suivant correspond dans presque tous les cas à l'affranchissement d'un brin sélectionné, rejetant sur une souche (cf. **photographie 18**). Au cours des premiers recépages, dans un premier temps, des réserves racinaires ont pu être constituées qui seront mises à disposition du brin sélectionné mais à terme le rabattage peut épuiser les souches. Le mode et la fréquence de rabattage sont vraisemblablement à l'origine d'importantes variations de croissance et de port observées d'un individu à l'autre au stade 1. A Dossi comme à Watinoma, les jeunes brins ont un port érigé (rectitude du tronc sur près de 100 % de l'effectif). Les rameaux latéraux s'inscrivent dans un houppier au profil de colonne à Dossi mais, à Watinoma, l'extension des plus bas rameaux confère au houppier, alors bas-branchu, une forme de cône. Les jeunes faidherbias qui ont un tronc déjà bien constitué apparaissent donc plus élancés à Dossi qu'à Watinoma. Ils sont 2 à 3 fois plus hauts pour une circonférence équivalente.

La ramification partant des troncs est généralement d'ordre 2 avec une amorce d'ordre 3 sur certains individus.

TABLEAU 31 : PRINCIPAUX STADES DU DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL ET DIMENSIONS CORRESPONDANTES DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

STADE		DOSSI				WATINOMA				OBSERVATIONS ET RAMIFICATION (ORDRE)
		CIR.	HAU. TOT.	HAU. FUT.	DIA. HOU.	CIR.	HAU. TOT.	HAU. FUT.	DIA. HOU.	
0 ⁽¹⁾	S	1 à 3	0,1 à 0,8	-	-	1 à 3	0,1 à 0,3	-	-	Semis d'1 an ou 2, rabattu Port orthotrope, ordre 1
	R	2 à 10	0,5 à 1,5	-	-	2 à 10	0,5 à 1,5	-	-	Rejets de souche ou drageons ± plagiotropes, ordre 1
1		32 22 à 62	6,9 3,1 à 11,5	2,5 13,5 à 4,1	1,7 0,8 à 3,5	35 13 à 48	3,1 1,9 à 7,7	1,3 0,5 à 2,8	2,1 1,1 à 3,3	Ordre 2 à 3
2		38 21 à 63	7,3 3,5 à 10,9	3,0 1,3 à 6,2	1,8 1,0 à 4,8	49 12 à 92	5,7 1,3 à 10,5	2,3 0,5 à 4,6	3,0 1,1 à 7,6	Ordre 3 à 4
3		82 39 à 174	9,8 5,9 à 15,6	4,5 1,8 à 8,9	5,2 1,8 à 13,7	98 33 à 205	8,8 3,5 à 15,6	3,5 1,8 à 6,2	6,3 1,8 à 13,4	Ordre 4 à 6
4		192 86 à 509	13,6 7,4 à 18	5,2 2,9 à 11,5	11,8 5 à 22,5	205 114 à 450	12,6 6,4 à 18,6	3,9 1,2 à 6,4	11,6 5,9 à 25,5	Ordre 5 à 7
5		223 123 à 425	14,0 9,3 à 19,6	5,3 2,7 à 12,2	14,0 5,8 à 22	290 189 à 476	14,6 12,6 à 20,1	4,3 2,7 à 6,7	17,5 6,2 à 22,8	Ordre 7 à 8

S : Semis

R : Rejet

X = Valeur médiane

Y à Z = Valeurs extrêmes

CIR.

HAU. TOT.

HAU. FUT.

DIA. HOU.

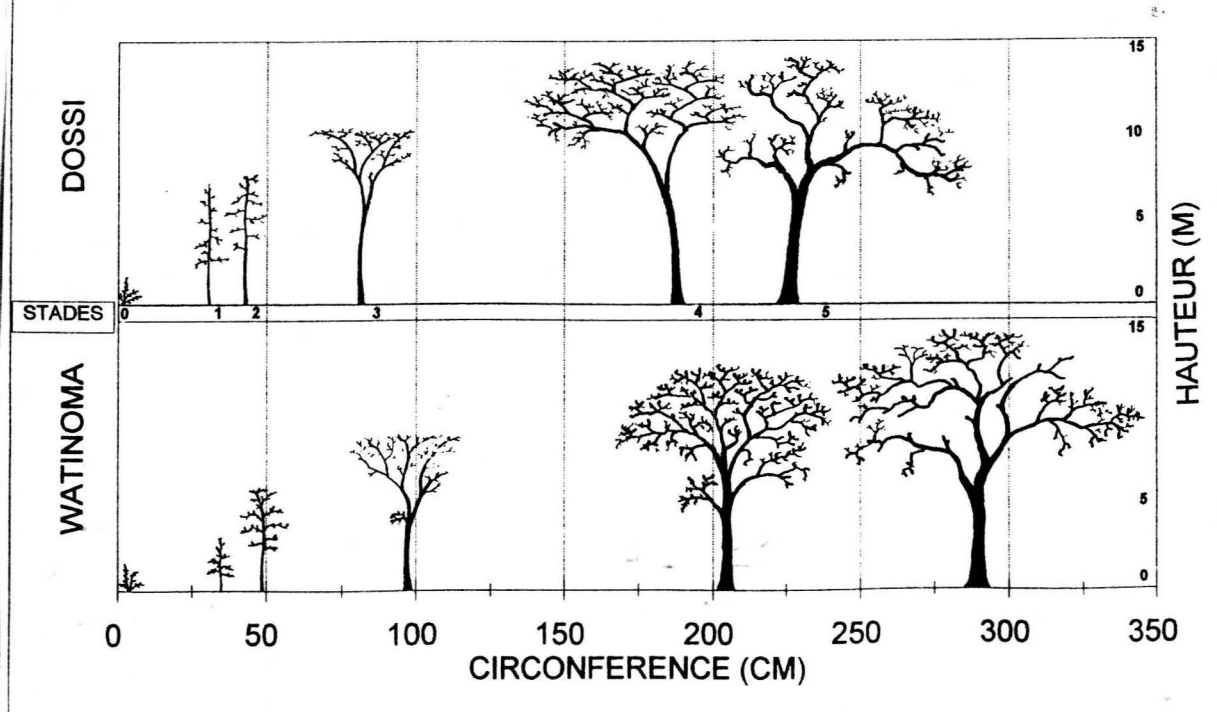
= Circonférence à la base au stade juvénile et à 1,30 m aux stades suivants (cm)

= Hauteur totale (m)

= Hauteur du fût (m), du sol à la première fourche

= Diamètre moyen du houppier (m), calculé sur les diamètres N-S et E-O

FIGURE 7: LES PRINCIPAUX STADES DU DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA



Au stade 2, on observe un "déplacement" de la ramification vers le haut. Des branches basses latérales dominées sont mortes et c'est au milieu, voire dans la partie haute du houppier, que l'extension de la ramification est maximale. Les rameaux d'ordre 1 et 2, en plein feuillaison, accusent une forte courbure d'où partent des ramifications secondaires (cf. **photographie 6**).

L'épaississement du tronc et l'accroissement en hauteur se poursuivent. Les baliveaux de Dossi et Watinoma ont alors des dimensions comparables bien que les premiers apparaissent toujours plus élancés (cf. **photographie 5**). Les trois-quarts des individus ont un tronc droit ; les autres accusent une sensible inclinaison ou sont sinueux.

Ce stade correspond à la conservation définitive des brins par les exploitants qui dégagent les ramifications basses, mortes ou vivantes, et éliminent les rejets adventices à leur pied afin d'assurer aux cultures le plus d'espace et le moins de gêne.

Au stade 3, le faidherbia a atteint la taille d'un petit arbre. C'est un jeune adulte de près de 10 mètres de hauteur au port généralement élancé et au fût presque définitivement acquis (80 à 90 % de sa hauteur est réalisée). Sur le plan architectural, le stade est caractérisé par la forme typique du houppier en pyramide inversée (cf. **photographie 7**). C'est à ce stade que l'amplitude de la dimension des arbres apparaît la plus forte. A Watinoma, c'est le stade dominant qui intègre l'effectif le plus régulièrement touché par l'émondage. De fait, le prélèvement répété d'une partie des houppiers affecte l'architecture de la plupart des arbres. Il est impossible de ne pas en tenir compte quelque soient le terroir et les précautions prises à l'échantillonnage. Aussi, selon nos observations, ce stade 3 peut être prolongé artificiellement par l'exploitation du houppier jusqu'à ce que l'arbre atteigne une large circonférence et vraisemblablement, un âge fort avancé, sans que le stade 4 suivant puisse pleinement s'exprimer. 80 % des arbres ont un fût droit à Dossi contre 70 % à Watinoma. Le nombre d'ordre de branches varie à ce stade entre 4 et 6 mais cette évaluation reste incertaine en regard de ce qui a été dit.

Au stade 4, les arbres ont atteint leur hauteur quasi-définitive. Le tronc et les branches principales se sont considérablement épaissis (circonférence médiane : 200 cm). Le houppier s'est élargi en forme de dôme (cf. **photographie 2**).

Quelques branches basses du houppier sont mortes ou dépérissent. L'émondage, par endroit, induit des rejuvénilisations sur les branches qui étaient dominées. Des réitérations sont déjà visibles sur certains individus vieillissant.

On note que les arbres de Dossi ont définitivement conservé un port plus élancé que ceux de Watinoma lesquels sont fréquemment bas-branchus et plus charpentés. La proportion d'individus au tronc penché ou sinueux est équivalente, de l'ordre de 30 %.

A Dossi, la plus grande partie de l'effectif relève de ce stade 4. Le nombre d'ordres de branches a été estimé entre 5 et 7 avec les mêmes réserves faites pour le stade 3.

Le dernier stade, 5, traduit le développement maximal atteint par les arbres et leur sénescence plus ou moins avancée selon les individus pour lesquels le nombre d'ordres de la ramification a été estimé à 7 ou 8. A ce stade, le tronc s'est encore épaissi et le houppier a atteint son extension latérale maximale. Certains individus ont un houppier large de plus de 25 m (près de 500 m²). Les basses branches, quand elles ne sont pas dégarnies ou n'ont pas disparues, sont horizontales et portent des ramifications terminales qui souvent pendent (cf. **photographie 9**).

Le coeur du houppier présente fréquemment des vides -indépendamment de tout prélèvement dû à l'émondage. Le dépérissement de sous-couronnes basses ou internes peut provoquer la chute d'une large part du houppier. Ceci est fréquemment observé à Dossi où rares sont les arbres sénescents au houppier intact. En début de saison des pluies, les vents qui précèdent les orages provoquent alors beaucoup de dégâts. A regarder de près ces individus, à l'endroit de la première fourche ou de sa fracture on constate qu'ils sont presque tous chancreux. Le bois de coeur a souvent disparu. Il a parfois été colonisé par le système racinaire d'un ficus étrangleur (*Ficus iteophylla*, en particulier). L'épiphyte peut d'ailleurs contribuer au maintien de la structure chancelante.

Les houppliers apparaissent donc plus déséquilibrés à Dossi qu'à Watinoma et les multiples réitérations qui peuvent apparaître sur des branches maîtresses fracturées donnent à l'arbre une architecture singulière (cf. **photographie 11**). On observe que la moitié des arbres vieillissant sont à Dossi penchés (inclinaison de 15 à 20 degrés) alors que la plupart conservent un fût droit à Watinoma.

A Watinoma où les arbres sont plus trapus et ont un tronc plus épais, les bris de houppier sont assez rares (cf. **photographie 4**). Ce constat dépend, semble-t-il, du facteur émondage. En effet, l'exploitation des houppliers apparaît "corriger" les déséquilibres en réduisant la longueur et le poids des branches et donc les points de rupture. Il est en outre clair qu'elle redonne une vigueur de croissance à l'arbre. Nous rappellerons ici que de l'avis de certains exploitants un faidherbia non émondé dépérit.

Finalement, malgré la forte variation de la dimension des arbres aux différents stades, le modèle architectural de *Faidherbia albida* analysé à Dossi et à Watinoma est conforme à celui décrit par STERCK et al. (1991). Les stades 1 à 5 identifiés correspondent globalement aux stades 3 à 8 décrits par ces auteurs (cf. **tableaux 30 et 31**).

Les différences entre Dossi et Watinoma sont assez peu marquées malgré de fortes différences environnementales et d'aménagement. Elles concernent le premier stade au cours duquel les faidherbias de Dossi acquièrent un port plus élancé. Ils y sont plus hauts mais moins ou peu moins épais qu'à Watinoma. Aux stades suivants, la circonférence des arbres de Watinoma apparaît toujours légèrement supérieure à celle des arbres de Dossi. Au dernier stade, la sénescence semble toucher plus tôt dans l'âge les individus de Dossi où, plus précisément, touche des individus de plus petite taille qu'à Watinoma.

Dans les deux cas, le développement architectural de l'espèce apparaît fortement caractérisé par sa circonférence. La corrélation entre classes de circonférence et stades architecturaux est pour les deux populations de l'ordre de 0,80, hautement significative.

4.3. EFFET DU SITE SUR LE DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE L'ESPECE

En seconde analyse, chacune des populations précédemment échantillonnées a été sous-échantillonnée par site ou unité topographique afin de déterminer d'éventuels effets des conditions environnementales sur le développement architectural de l'espèce.

D'une façon générale, tant à Dossi qu'à Watinoma, les différences, sont apparues mineures. C'est-à-dire que pour un stade donné, les dimensions varient peu d'un site à l'autre si on compare leurs moyennes dont la signification reste toute relative étant donnée l'amplitude des valeurs enregistrées pour un même stade architectural.

On note toutefois une tendance à des dimensions plus importantes sur les sols les plus profonds et les plus humides affectant sur les deux terroirs la circonférence du tronc aux stades 4 et 5 (cf. tableau 32). *Faidherbia albida* est alors un adulte vieillissant.

A Watinoma, jusqu'au stade 3, stade qui regroupe le plus grand nombre d'individus, les *faidherbias* ont des dimensions similaires entre hauts et bas de versant. Les conditions de croissance et en particulier d'alimentation en eau, plus favorables sur bas de versants et bas-fonds, n'apparaissent donc pas faire de différence ou du moins ne s'expriment que tardivement.

Il en va de même à Dossi où la comparaison a été faite entre les arbres de la dépression périphérique et les arbres des versants ouest et est. Aux stades 4 et 5, les arbres de la dépression périphérique ont des circonférences moyennes significativement supérieures à celles des arbres des versants. Mais les houppiers ont des dimensions équivalentes.

4.4. ORIENTATION CARDINALE ET DISSYMETRIE DU HOUPPIER

Les mesures et résultats d'analyse effectués sur la projection au sol des rayons nord, ouest, sud et est des houppiers de *Faidherbia albida* révèlent pour l'ensemble des individus des différents parcs une dissymétrie nord-sud selon un ratio variant de 3 pour 5 à 4 pour 5. Mais cette différence n'est globalement significative qu'à Dossi (cf. tableau 33).

A Watinoma, l'analyse comparative des 4 rayons du houppier faite sur la totalité de l'échantillon, par classes de circonférence, montre une forte tendance à la dissymétrie :

- toujours plus marquée au sud qu'au nord, quelque soit la circonférence de l'arbre. La comparaison des seuls rayons nord et sud rend d'ailleurs les différences significatives ;
- plus importante chez les arbres adultes à vieillissant ($C > 150$ cm) que chez les arbres jeunes. Les différences deviennent significatives, pour ces individus, malgré de très fortes variations sur le rayon du houppier ;

TABEAU 32 : COMPARAISON, SELON LE SITE, DES PRINCIPALES VARIABLES DENDROMETRIQUES CORRESPONDANT AUX 5 STADES DU DEVELOPPEMENT ARCHITECTURAL DE *FAIDHERBIA ALBIDA* OBSERVES A DOSSI ET A WATINOMA

VARIABLES (MEDIANES)	TERROIRS ET SITES			
	DOSSI ⁽¹⁾		WATINOMA ⁽²⁾	
	Versants est et ouest	Dépression périphérique	Hauts de versants	Bas de versants et bas-fonds
CIRCONFERENCE⁽³⁾				
Stade 1	32	38	38	31
Stade 2	40	42	49	54
Stade 3	81	96	90	101
Stade 4	185*	207*	149*	230*
Stade 5	190*	232*	229	293
DIAMETRE HOUPPIER⁽⁴⁾				
Stade 1	163	213	170	270
Stade 2	258	263	285	340
Stade 3	508	490	583	700
Stade 4	1 090	1 225	850*	1 375*
Stade 5	1 360	1 428	1 175*	1 810*
HAUTEUR⁽⁵⁾				
Stade 1	540	675	230	440
Stade 2	750	920	610	570
Stade 3	935	1 090	830	940
Stade 4	1 285	1 390	1 020*	1 370*
Stade 5	1 360	1 430	1 410	1 470

(1) Echantillons des versants et de la dépression : 100 et 100

(2) Echantillons des hauts et bas de versant : 100 et 130

(3) Circonférence à 1,30 m pour les stades 3 à 5, à la base pour les stades 1 et 2, en cm

(4) Diamètre moyen, $(D1 + D2)/2$, en cm

(5) Hauteur totale, en cm

* : Des différences significatives (avec un risque $\alpha = 5\%$) ont été enregistrées, en comparant sur chaque terroir et pour chaque stade les sous-échantillons des sites de :

- Watinoma, pour les circonférences et les hauteurs moyennes du stade 4 et les diamètres moyens des houppiers des stades 4 et 5 ;
- Dossi, pour les circonférences moyennes des stades 4 et 5.

TABEAU 33 : DISSYMETRIE ET VARIATION DES RAYONS CARDINAUX DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA*, PAR CLASSES DE CIRCONFERENCE, A DOSSI ET A WATINOMA

CLASSES DE CIRCONFERENCE (cm)	DOSSI					WATINOMA				
	N ⁽¹⁾	Nord	Est	Sud	Ouest	N ⁽²⁾	Nord	Est	Sud	Ouest
1 : 10 - 49	37	145 (30)	146 (39)	148 (38)	145 (45)	25	136 (16)	133 (13)	145 (12)	151 (15)
2 : 50 - 99	43	258* (35)	299* (22)	346* (28)	328* (31)	35	240 (60)	275 (82)	293 (82)	276 (72)
3 : 100 - 149	64	385* (33)	420* (30)	517* (24)	511* (28)	17	420 (59)	408 (54)	479 (51)	435 (44)
4 : 150 - 199	51	506* (39)	627* (31)	693* (29)	616* (33)	11	473* (35)	627* (50)	740* (28)	635* (46)
5 : 200 - 249	37	596* (32)	733* (30)	848* (21)	783* (26)	6	586 (59)	715 (27)	894 (15)	735 (25)
6 : > 250	38	745* (36)	843* (31)	1 061* (21)	857* (32)	6	962 (44)	1 189 (37)	1 264 (40)	1 104 (31)

(1) Echantillon = 270 individus pris à parts équivalentes sur les versants ouest et est et au centre du parc.

(2) Echantillon = 100 individus pris à parts équivalentes sur les hauts et les bas de versants et bas-fonds.

Notes : - les rayons cardinaux du houppier des arbres sont leur projection au sol dont la longueur est mesurée du centre de l'arbre à l'extrémité du houppier ;

- toutes valeurs moyennes en caractères gras, doublées du coefficient de variation (%) ;

- les valeurs cardinales assorties d'un * sont, pour une même classe et sur un même terroir, statistiquement différentes (avec un risque $\alpha = 0,05$).

- peu marquée entre les rayons est et ouest quasi-équivalents dans la plupart des classes. Leur valeur moyenne est généralement supérieure au rayon nord et inférieure au rayon sud (cf. figure 8).

A Dossi, les différences sont toutes significatives ou très hautement significatives entre les longueurs des rayons des différentes classes de circonférence à l'exception de la classe 10-49 cm qui contient les plus jeunes individus au houppier à peine ébauché. On relève que la dissymétrie est :

- fortement déportée sur le rayon sud, le décalage allant grandissant avec la circonférence des arbres. Le fait devient significatif à partir de 50 cm ce circonférence. Pour les plus grands arbres, le ratio nord/sud vaut alors 3/5 ;

- sensiblement décalée à l'ouest, du moins pour les individus les plus grands en circonférence (cf. figure 9).

La comparaison des dissymétries observées à Dossi et à Watinoma montre donc de très fortes similitudes.

A Dossi où les arbres échantillonnés ont rarement été émondés où l'ont été très modérément, les houppiers ont une dissymétrie plus qu'à Watinoma, même lorsqu'ils sont émondés (cf. photographie 40) . Mais la variation de la longueur des rayons reste élevée sur les 2 terroirs quelle que soit la circonférence des arbres ainsi qu'il ressort du tableau 33.

A Watinoma, si les *Faidherbia* des classes de circonférence > 50 cm ont un rayon moyen nord plus développé que le rayon sud, on note que les variations d'un individu à l'autre sont très fortes et masquent des différences qui ne sont significatives que pour une seule classe. Il est assez fréquent d'observer des dissymétries orientées ouest ou est et parfois même nord ce qui est rare à Dossi où dans 8 cas sur 10 le rayon sud est plus développé que le nord.

Malgré un échantillonnage précautionneux, il est hautement probable qu'à Watinoma des individus anciennement émondés aient été incorporés à celui-ci. La dominance du rayon sud est de fait moins marquée et le développement des rayons en est affecté ce que traduit la variabilité observée.

L'émondage occulte plus ou moins la dissymétrie et rééquilibre d'une certaine façon l'architecture du houppier de *Faidherbia albida*. C'est ce qui est ressorti de nos observations préliminaires sur les *Faidherbia* émondés dont les 4 rayons moyens sont équivalents.

Nos résultats sur la dissymétrie cardinale du houppier de *Faidherbia albida* valident l'hypothèse faite par WERGER et ELLIENBROEK (1982) : à l'exposition nord du houppier dans l'hémisphère sud correspond une exposition sud du houppier dans l'hémisphère nord liée au balancement saisonnier du soleil et, plus précisément, du plan de l'écliptique avec celui-ci. Ces résultats confirment largement les observations d'ISMAIL (1986) faites au Soudan. Là, en hémisphère nord, cet auteur a relevé une asymétrie, d'orientation sud à sud-ouest, sans mentionner toutefois les dimensions et le nombre d'individus observés.

Pour ce qui concerne les arbres de Watinoma et de Dossi, la déformation mesurée est dans les deux cas une dissymétrie d'orientation sud. Les rayons ouest et est sont équivalents dans la plupart des cas bien que le rayon ouest tende à être légèrement supérieur au rayon est. Mais la différence n'est significative que pour le seul cas des individus de la classe de circonférence 100-150 cm à Dossi. Si l'hypothèse de l'effet de l'exposition solaire - d'orientation sud- sur le développement du houppier de *Faidherbia albida* nous semble démontrée, il n'apparaît pas justifié d'associer à cet effet les déformations ouest observées en Zambie et au Soudan.

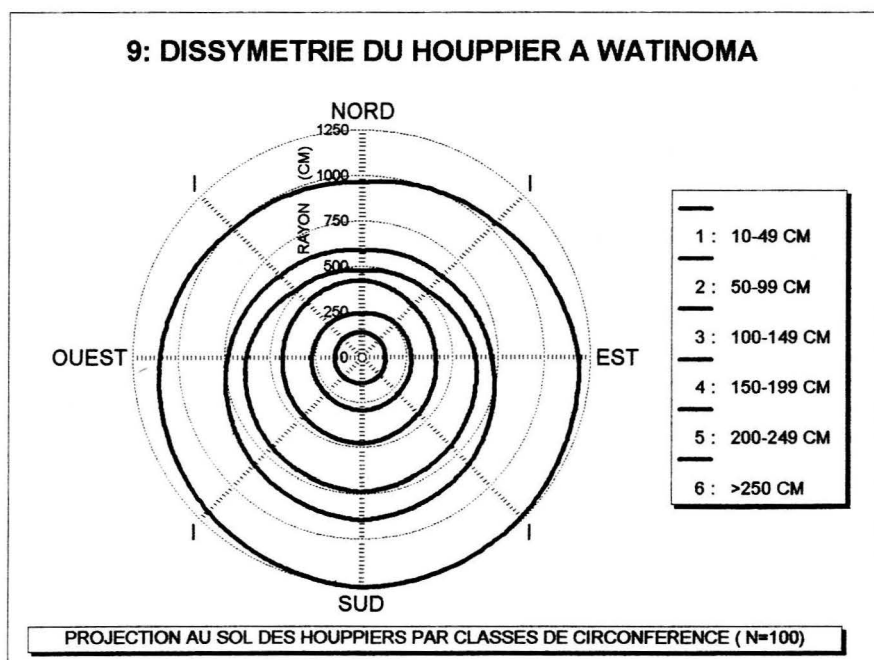
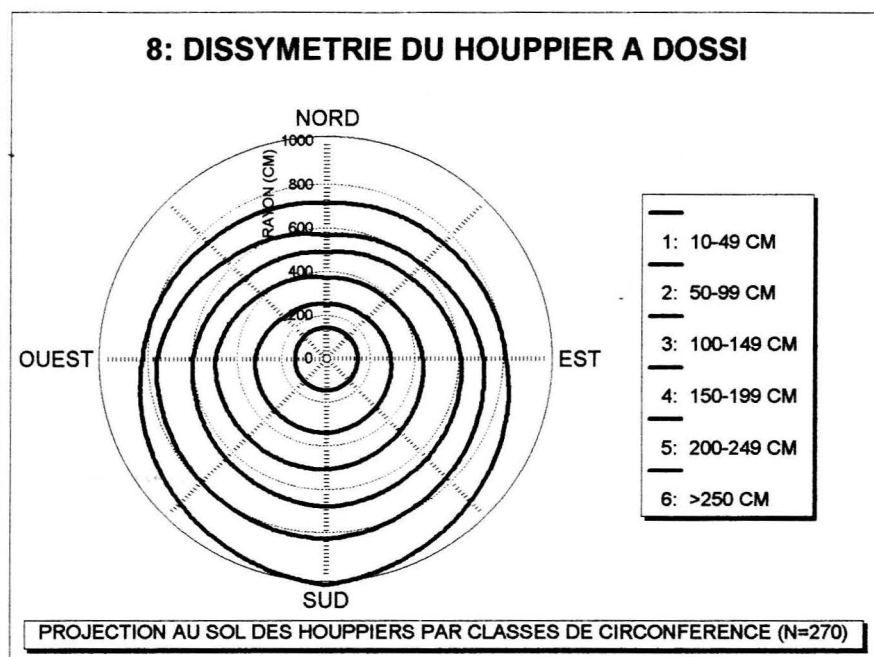
On doit alors se demander quelle est la part d'autres facteurs climatiques tel que le vent. A Dossi comme à Watinoma, le vent souffle régulièrement en saison sèche du nord-est. La partie sud-ouest du houppier, sous le vent, est donc moins soumise aux effets mécaniques et desséchants du vent. Il est possible que cet effet d'exposition au vent s'ajoute à celui, déterminant, de l'exposition solaire. Toutefois, on peut considérer que les arbres du parc de Dossi par leur densité et leur espacement assez régulier réduisent la vitesse du vent et atténuent ses effets. L'effet brise-vent d'un tel parc n'est sans doute pas négligeable. De plus, on rappellera que le parc occupe en grande partie une cuvette limitée par les collines et le revers de plateau qui font un abri aux arbres. L'effet du vent sur le développement du houppier des arbres nous semble en conséquence être un facteur négligeable.

En ce qui concerne les facteurs d'aménagement -essentiellement l'émondage- ils peuvent être à l'origine de déformations secondaires et souvent anarchiques. Mais les prélèvements ne sont certainement pas faits préférentiellement sur un axe cardinal plutôt que sur un autre.

En conclusion à ces mesures et observations, on peut retenir que *Faidherbia albida* est une espèce héliophyle particulièrement sensible à l'exposition solaire et opportuniste. Elle est capable de modifier sensiblement l'architecture de son houppier -résultant de la meilleure orientation photosynthétique- et par conséquent d'améliorer sa croissance.

C'est une conséquence directe de sa phénologie inverse que nous abordons en partie IV de notre étude.

FIGURES 8 ET 9 : DISSYMETRIE DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SELON L'ORIENTATION CARDINALE



CHAPITRE 5 : VARIATIONS BIOMETRIQUES ET MORPHOLOGIQUES DES FEUILLES ET FRUITS DE FAIDHERBIA

5.1. LES FEUILLES

Les feuilles de *Faidherbia albida* sont composées, alternes, caractéristiques des *Mimosoideae*, c'est-à-dire bipennées avec des pennes portant des folioles au point d'insertion de chaque paire de pennes. Les folioles sont glabres à pubescentes, de couleur vert bleuté, oblongues, parfois obtusement mucronées et se recouvrant en partie (CTFT, 1988).

La dimension et la pubescence des feuilles sont d'après BRENAN (1959) des caractères distinctifs de deux races géographiquement bien distinctes, du moins en Afrique de l'Est et du Sud-est. Mais des formes intermédiaires ont été reconnues par d'autres auteurs (ROSS, 1979 ; VASSAL, 1977) au Soudan et en Afrique de l'Ouest rendant caduque cette distinction entre deux races, A et B (cf. carte 1 de la partie I).

Au Burkina Faso, les deux races coexistent. D'après BONKOUNGOU (1987) , on distingue nettement des individus dont les feuilles sont entièrement glabres et des individus plus ou moins pubescents. La reconnaissance de ce critère de variabilité intraspécifique montre que la forme pubescente se rencontre sur l'ensemble du territoire burkinabè alors que la forme glabre est confinée au sud et au sud-ouest du pays (cf. carte 34). Cette répartition -présentée comme provisoire par l'auteur- oppose les terroirs de Watinoma et de Dossi. Aussi, nous avons voulu vérifier si les faidherbias des parcs étudiés correspondaient à cette différenciation et quelle valeur taxonomique on pouvait accorder au critère de pubescence et de dimension des foliolules.

A Watinoma et à Dossi, nous avons prélevé sur un échantillonnage de 80 faidherbias 20 feuilles sur chaque individu. Les feuilles ont été prises aléatoirement sur les parties externes, basses et intermédiaires du houppier des arbres, alors en pleine feuillaison (milieu de la saison sèche). Les arbres eux-mêmes, non émondés au cours de la saison ont été échantillonnés en fonction des différents sites représentatifs de la distribution de *Faidherbia albida*.

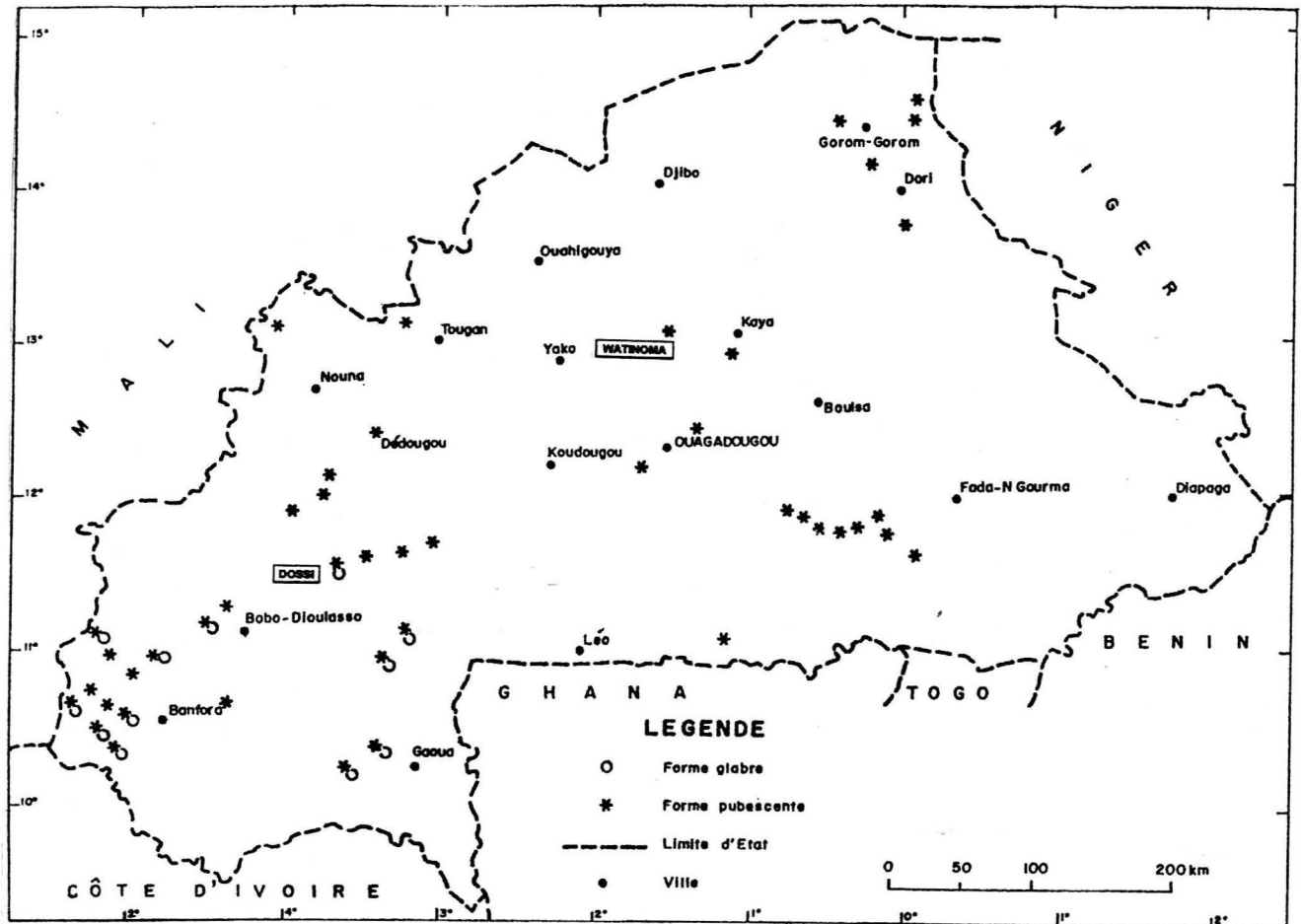
L'échantillonnage a par ailleurs été également distribué sur chaque site en fonction de la dimension de l'arbre :

- circonférence allant de 50 à 150 cm : jeunes arbres
- circonférence allant de 150 à 250 cm : arbres adultes

Le **tableau 34** présente les variations enregistrées sur la dimension des feuilles, leur pubescence et le nombre de folioles et de foliolules en fonction des facteurs site et station.

Les feuilles des 80 individus échantillonnés mesurent de 40 à 50 mm de longueur et ont près de 30 à 40 mm de largeur. Elles ont 8 à 10 folioles et 16 à 22 foliolules.

**CARTE 34 : DISTRIBUTION DES FORMES GLABRES ET PUBESCENTES DE
FAIDHERBIA ALBIDA AU BURKINA FASO**



SOURCE: BONKOUNGOU, 1987

TABEAU 34 : VARIATION DE LA DIMENSION DES FEUILLES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET DE LEUR PUBESCENCE SUR LES SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA

STATION	SITES	ECHAN- TILLON (arbres)	LONGUEUR DES FEUILLES (mm)	LARGEUR DES FEUILLES (mm)	NOMBRE DE FOLIOLES	NOMBRE DE FOLIOLULES	PUBESCENCE (% de la cotation)			
							0	1	2	3
WATINOMA	1 : HAUTS DE VERSANT	20	47 ± 7	36 ± 4	10 ± 2	22 ± 4	-	10	50	40
	2 : BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS	20	48 ± 6	39 ± 5	10 ± 2	24 ± 2	-	40	45	15
	SITES 1 + 2	40	47 ± 6	37 ± 5	10 ± 2	22 ± 2	-	25	48	27
DOSSI	1 : VERSANT OUEST	18	51 ± 10	32 ± 5	10 ± 2	18 ± 2	28	50	22	-
	2 : DEPRESSION PERIPHERIQUE	14	41 ± 8	27 ± 4	8 ± 2	16 ± 2	36	7	43	14
	1 : VERSANT EST	8	43 ± 7	34 ± 5	10 ± 2	22 ± 2	12	50	38	-
	SITES 1 + 2 + 3	40	46 ± 8	30 ± 5	10 ± 2	18 ± 2	28	35	32	5

(± x) = Ecart-type à la moyenne

COTATION DE LA PUBESCENCE DES FEUILLES

0 = Glabres
1 = Légèrement pubescentes

2 = Moyennement pubescentes
3 = Fortement pubescentes

A l'échelle des stations, la longueur et la largeur des feuilles varient peu bien que la tendance soit à une dimension sensiblement plus large des feuilles pour les peuplements de Watinoma.

A Dossi, les arbres des versants ont les feuilles les plus grandes et les plus larges. Celles-ci ont également un nombre de folioles et de foliolules plus grand que celles des individus de la dépression centrale ce qui leur confère donc une plus grande surface foliaire.

A Watinoma, les valeurs moyennes sont quasi-identiques d'un site à l'autre mais la variation inter-individuelle peut être très élevée sur un même site. Ainsi, sur bas de versant et bas-fonds la longueur des feuilles varie de 16 à 77 mm.

Finalement, tant à l'échelle des stations que des sites, les différences ne sont pas significatives, qu'il s'agisse de la dimension des feuilles ou du nombre de foliolules. Les variations entre individus et même celles intra-individuelles prévalent, semble-t-il, sur celles phénotypiques, liées au milieu.

Les principales différences notables concernent le caractère de pubescence des feuilles :

- aucun individu à feuilles glabres n'a été observé à Watinoma alors que les faidherbias à feuilles glabres représentent près de 30 % de l'effectif à Dossi. Les deux populations sont bien distinctes à ce niveau. La pubescence est à 75 % moyenne à forte à Watinoma alors que pour une proportion équivalente, elle ne l'est pas ou peu à Dossi ;

- au niveau des sites, les différences sont nettes mais pas toujours équivalentes d'un terroir à l'autre :

- sur bas de versant et bas-fonds, les faidherbias de Watinoma sont peu à moyennement pubescents alors qu'ils sont moyennement à fortement pubescents sur les sols moins bien alimentés en eau des hauts de versant ;
- à Dossi, les arbres de la dépression périphérique qui ont une position topographique et hydrique comparable à celle des bas de versant de Watinoma, se distinguent également assez bien de ceux des versants ; mais on observe presque autant de sujets à feuilles glabres ou peu pubescentes qu'à feuilles moyennement pubescentes sur le site le plus humide. On y a même rencontré des individus fortement pubescents alors qu'il n'en n'a pas été observé sur les versants est et ouest aux sols colluvionnaires ou d'érosion moins bien alimentés en eau.

Aucune relation n'a pu être mise en évidence entre la pubescence des feuilles et leur dimension ou le nombre de folioles et foliolules qui les composent.

De la même façon, la dimension de l'arbre (circonférence) n'apparaît pas liée à la variabilité des caractères morphologiques observés. Sur ce point précis, les plus grands arbres de notre échantillon ne sont pas plus glabres que d'autres au point d'y reconnaître un caractère de sénescence. Une éventuelle relation entre le caractère de pubescence, la dimension de l'arbre et le site reste à vérifier en multipliant les sites d'études. Selon SAWADOGO (1987), les populations moosées du Plateau Central différencient à ce propos deux formes au Burkina Faso :

- l'une appelée "tigre" ou "mâle", correspondant à de grands arbres (souvent plus de 2 m de circonférence), sur sols meubles et bien alimentés en eau. Les individus ont de grandes feuilles (72 mm X 11 mm) ; ils sont quasi-inermes et fructifient abondamment ;
- l'autre dite "femelle" ou "lépreuse", présente presque exclusivement sur sols indurés, de petite taille et aux feuilles de dimension réduite (26 mm X 22 mm). Elle est fortement épineuse et fructifie médiocrement.

L'opposition faite sur la dimension des feuilles entre ces deux formes n'est pas vérifiée, au niveau des hauts de versant et de la bordure des bas-fonds de Watinoma. A Dossi, la tendance serait même inverse.

Par contre, il est vrai que les sujets les plus grands et les plus âgés sont souvent inermes ou peu épineux, à la différence des jeunes arbres, et cela quelque soit le site et le terroir.

5.2. LES FRUITS

Le fruit de *Faidherbia albida* est, d'après le CTFT (1988), une gousse indéhiscence de couleur orange vif à brun rouge, de 7 à 9 mm d'épaisseur, de 6 à 35 cm de longueur et de 1,4 à 6 cm de largeur (...). Sa surface, convexe d'un côté, devient concave de l'autre et le mésocarpe, charnu à l'état frais, s'enroule plus ou moins en spirale en se lignifiant (...); les fruits présentent un polymorphisme important. Les gousses renferment de 20 à 29 graines brillantes, brun foncé, séparées les unes des autres par des cloisons épaisses.

Aussi, lors des récoltes totales de fruits réalisées dans le cadre du suivi et de l'évaluation des biomasses fourragères (cf. partie V), un échantillonnage de fruits a été constitué afin, d'une part, de caractériser les groupes de semenciers des différents parcs et sites étudiés et, d'autre part, d'évaluer l'état sanitaire des semences dans le contexte du suivi de la régénération de *Faidherbia albida*.

A Dossi où les fructifications sont plus abondantes et plus régulières qu'à Watinoma, un large échantillonnage a été rassemblé en 1992 et 1995, comptant 20 semenciers des versants est et ouest du parc et 20 de sa partie centrale. Sur chaque site, on a retenu des arbres adultes relevant de la même amplitude de circonférence ($100 \text{ cm} < C < 300 \text{ cm}$) et représentatifs des populations comparées.

A Watinoma, l'échantillonnage initial de 1992 qui totalisait également 40 semenciers -20 des hauts de versant et 20 des bas de versant et bas-fonds- ne pu être réitéré les années suivantes car les fructifications furent pour la plupart insuffisantes ou nulles, liées aux effets de l'émondage.

Dans tous les cas, pour chaque semencier et à chaque récolte, 20 fruits mûrs et sains ont été aléatoirement tirés dans chaque lot. Pour chaque fruit, les paramètres suivants ont été mesurés ou cotés :

- le poids sec (PSF) ;
- la longueur, prise sur le milieu du fruit entre ses bords concave et convexe (LON) ;
- la largeur, prise sur le milieu du fruit (LAR) ;
- l'épaisseur, prise sur le milieu du fruit (EPA) ;
- la couleur, évaluée par cotation, variant de 1 à 5, du jaune clair au rouge-brun;
- le caractère d'occlusion évaluant par cotation, de 1 à 5, la forme du fruit qui peut être droit ou se développer en un cercle complet, éventuellement plusieurs fois répété sur lui-même en spirale ;
- le nombre total de graines par fruit (NGR) ;
- le ratio nombre de graines saines/nombre total de graines, calculé sur 20 fruits;
- le poids moyen d'une graine saine, calculée sur la base de 100 graines par semencier.

Les résultats comparatifs des caractéristiques biométriques et morphologiques des fruits de *faidherbia* par terroir et par site sont données au **tableau 35**. Les moyennes et leur variabilité par semencier sont détaillées en **annexes 26 à 28**.

A l'échelle des terroirs, on relève que les fruits des *faidherbias* de Dossi et de Watinoma ont des dimensions et des caractéristiques morphologiques affectées d'assez fortes variabilités individuelles :

- les poids secs moyens varient de 2 à 5 grammes et quelques individus à Dossi portent en 1995 de très gros fruits (6 à 8 grammes pour une longueur moyenne proche de 20 cm) ;
- au delà de cette forte variabilité, la comparaison des récoltes 1992 faites sur les populations des parcs de Dossi et de Watinoma montre un avantage significatif pour ces dernières : les fruits y sont plus lourds et un peu plus grands ;

- la variable poids sec, est dans tous les cas fortement corrélée aux variables longueur, largeur et épaisseur¹ :

$R^2 = 0,7$ et $0,9$ à Dossi, en 1995 et 1992,

$R^2 = 0,9$ à Watinoma, en 1992.

Les fruits les plus gros sont très logiquement les plus longs, les plus larges et les plus épais.

- par contre, les relations entre ces paramètres dendrométriques et le nombre moyen de graines contenues par fruit sont médiocres bien que significatives ($R^2 = 0,4$ à $0,5$). Celles liant la dimension des fruits à leur forme et/ou à leur couleur ne le sont aucunement.

C'est à l'échelle des sites de chaque terroir ou parc, que se différencient le mieux les groupes de semenciers par les dimensions de leurs fruits, notamment leur poids sec dont la valeur est plus élevée sur les sites les mieux alimentés en eau :

- à Watinoma, les différences sont hautement significatives pour cette variable PSF entre les individus des hauts de versant et ceux des bas de versant et bas-fonds (différence de 45 %) ; elles le sont également pour les variables longueur et nombre de graines par fruit.

Pour ce qui concerne la forme des fruits, ceux-ci ont globalement un caractère d'occlusion plus affirmé sur les bas de versant et bas-fonds mais la variabilité est forte d'un individu à l'autre. De la même façon, les fruits des semenciers sont en aval sensiblement plus foncés qu'en amont : près de 40 % des fruits récoltés sont orangés ou rouge-bruns. Nous rappellerons ici que de l'avis de certains Peuls, les fruits rouges seraient plus nourrissants et plus appâtés que les fruits jaunes ;

- à Dossi, les différences varient dans le même sens mais de façon moins tranchée entre les sites des versants et de la dépression centrale. Les différences ne deviennent significatives qu'à l'échelle des unités les plus contrastées des sites entre les arbres des sols hydromorphes et ceux des versants est et ouest. Sur ces sols, comme à Watinoma, les fruits sont généralement plus lourds et de plus grande dimension, quelque soit l'année. Mais leur forme et leur couleur se différencient peu de celles des individus des versants.

La comparaison des variations saisonnières à Dossi, entre 1992 et 1995, n'a pu être faite que sur les 7 arbres communs aux deux années de récolte. Pour ces arbres, les différences observées sont significatives ; les fruits sont de 25 à 30 % plus gros et grands en 1995 qu'en 1992. Leurs semences sont également plus abondantes. On peut remarquer que ces différences correspondent à deux saisons des pluies contrastées totalisant 714 mm en 1991 et 1063 mm en 1993.

¹Régressions multiples hautement significatives pour un risque $\alpha = 0,05$.

TABLEAU 35 : COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES BIOMETRIQUES ET MORPHOLOGIQUES DES FRUITS DE FAIDHERBIA ALBIDA DES SITES DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIR	SITE	ECH	SAISON 1992							SAISON 1995						
			PSF gr	LON cm	LAR cm	EPA mm	NGR /fruit	OCL %	COU %	PSF gr	LON cm	LAR cm	EPA mm	NGR /fruit	OCL %	COU %
DOSSI	VERSANTS EST ET OUEST	20	2,9 (1)	10,5 (2,2)	1,7 (0,3)	5,3 (1,7)	15 (5)	1+2:22 3+4:71 5:7	1+2:50 3+4:43 5:7	3,6 (1,5)	11,6 (2,9)	1,9 (0,3)	5,1 (1,8)	17 (5)	1+2:24 3+4:72 5:4	1+2:24 3+4:64 5:12
	CENTRE - dont sols hydro- morphes	20	3 (0,8)	10,6 (1,8)	1,9 (0,2)	5,3 (1,8)	15 (5)	1+2:35 3+4:59 5:6	1+2:51 3+4:48 5:1	3,9 (1,2)	12 (4,5)	1,9 (0,3)	5,5 (1,8)	18 (5)	1+2:28 3+4:71 5:1	1+2:20 3+4:60 5:20
		5	3,4 (1,1)	11,2 (2,3)	1,9 (0,3)	5,8 (1,6)	N.C. N.C.	1+2:28 3+4:70 5:12	1+2:66 3+4:24 5:0	4,1 (1,1)	13,1 (2,2)	1,9 (0,3)	5,2 (1,9)	20 (5)	1+2:33 3+4:66 5:1	1+2:19 3+4:61 5:20
	PARCS	40	2,9 (1)	10,6 (2,4)	1,8 (0,3)	5,3 (1,8)	15 (5)	1+2:28 3+4:66 5:6	1+2:51 3+4:46 5:3	3,7 (1,5)	11,8 (3,9)	1,9 (0,4)	5,3 (1,7)	17 (5)	1+2:26 3+4:71 5:3	1+2:22 3+4:62 5:16
WATI- NOMA	HAUTS DE VERSANT	20	3,1 (1,3)	9,3 (3,5)	2,2 (0,5)	6,5 (1,9)	14 (6)	1+2:42 3+4:53 5:5	1+2:79 3+4:21 5:0	<u>COTATIONS</u> OCL : OCLUSION 1 : linéaire 2 : légèrement curviligne 3 : semi-curviligne 4 : bouclé 5 : plusieurs fois bouclé COU : COULEUR 1 : jaune clair 2 : jaune foncé 3 : orangé 4 : vert orangé 5 : rouge à brun						
	BAS DE VERSANT ET BAS- FONDS	20	4,6 (1,7)	12,9 (3,5)	2,1 (0,5)	6,0 (2,6)	17 (6)	1+2:29 3+4:66 5:5	1+2:60 3+4:37 5:3							
	PARCS	40	3,8 (1,7)	11 (3,5)	2,1 (0,5)	6,3 (2,4)	15 (6)	1+2:36 3+4:59 5:5	1+2:70 3+4:28 5:2							

Note : L'échantillonnage de Dossi d'une saison à l'autre n'est qu'en partie représenté par les mêmes semenciers et n'autorise donc pas une comparaison intersaisonnière totale

PSF : Poids sec moyen d'un fruit ECH : Semenciers échantillonnés à raison de 20 fruits/arbre
LON : Longueur moyenne d'un fruit (passant par son milieu) (X) : Ecart-type
LAR : Largeur moyenne d'un fruit (passant par son milieu) N.C. : Non calculé
EPA : Epaisseur moyenne d'un fruit (passant par son milieu)
NGR : Nombre moyen de graines par fruit (saines ou perforées)

En ce qui concerne les semences elles-mêmes, les variations relatives à leur valeur pondérale sont également très élevées d'un individu à l'autre, particulièrement à Dossi (cf. **tableau 36 et annexe 29**) : 23 à 96 mg/semence à Dossi contre 53 à 110 mg à Watinoma.

TABLEAU 36 : CARACTERISTIQUES PONDERALES DES GRAINES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIR	SITE	ECH	PGR mg	NGR /kg
DOSSI (1995)	VERSANTS EST ET OUEST	20	56 (16)	17 760
	CENTRE	20	62 (15)	16 210
	PARC	40	58 (16)	17 370
WATINOMA (1992)	HAUTS DE VERSANT	20	74 (10)	13 465
	BAS DE VERSANT	20	77 (14)	13 055
	PARC	20	75 (12)	13 265

ECH : Semenciers échantillonnés à raison de 20 fruits/arbre

PGR : Poids moyen d'une graine saine

NGR : Nombre de graines saines par kg

(x) : Ecart-type

Les graines comme les fruits de la plupart des semenciers de Watinoma ont un poids moyen supérieur à ceux de Dossi, les graines des individus de bas de versant étant les plus lourdes.

Ces valeurs pondérales sont bien évidemment calculées et comparées sur la base de quantités de graines saines extraites des fruits car la prédation de celles-ci par les insectes spermatophages réduit d'environ 50 % leur nombre et leur viabilité. C'est un aspect déterminant dans la régénération de *Faidherbia albida* que nous analysons dans la partie suivante qui traite de la dynamique de l'espèce.

5.3. CONCLUSION

En conclusion, les résultats relatifs à la pubescence des feuilles de *Faidherbia albida* confirment ceux issus des prospections faites par BONKOUNGOU (1986) : la forme pubescente est omniprésente sur les deux terroirs, la forme glabre n'est présente qu'à Dossi qui relève de la zone soudanienne. La pubescence tend donc à se développer en fonction de la sécheresse du climat et du caractère xérique du site.

La dimension des feuilles est un critère de différenciation morphologique encore plus délicat à apprécier d'un site à l'autre car les variabilités individuelles sont fortes. On constate que les surfaces foliaires peuvent beaucoup varier d'un arbre à l'autre malgré une tendance à une plus grande longueur et largeur des feuilles pour les individus situés en bas de versant à Watinoma, et sur les sols colluviaux du versant ouest à Dossi.

Les variabilités individuelles sont encore plus marquées pour les fruits dont les caractères de dimension, de forme et de couleur font de multiples combinaisons. Mais, d'une façon générale, les plus gros fruits sont produits sur les sites les plus humides (bas de versant, à Watinoma) et/ou les plus fertiles (au centre à Dossi). A Watinoma, les graines y sont un peu plus nombreuses et à Dossi sensiblement plus lourdes que sur les versants, sans que ces différences soient significatives.

Dans tous les cas, on rencontre des individus aux formes et caractères intermédiaires qui ne permettent pas de définir des écotypes.

QUATRIEME PARTIE :
ETAT SANITAIRE, DYNAMIQUE
ET PHENOLOGIE DE
FAIDHERBIA ALBIDA

CHAPITRE 1 : ETAT SANITAIRE DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

La seule observation des faidherbias des parcs de Dossi et de Watinoma montre qu'une partie non négligeable des effectifs présente un état sanitaire médiocre à mauvais : plaies et pourritures liées à l'exploitation de l'arbre, parasitisme du houppier par des *Loranthaceae*, dégâts causés par le vent ou le feu et, de façon plus conséquente, troncs creux et dépérissements sur les sujets les plus âgés. Il est certain que pour les individus malades ou blessés, la croissance est ralentie, voire stagnante pour les plus affectés dont les productions en feuilles et fruits sont perturbées en quantité et dans leur périodicité.

1.1. ETENDUE DES ATTAQUES ET DES DEPERISSEMENTS

A travers les inventaires systématiques des peuplements de Watinoma et ceux réalisés sur transects à Dossi, nous avons évalué l'importance des attaques ou dégâts et leur nature par la cotation suivante de l'état sanitaire :

- 0 : bon état : pas de traces visibles de maladie, d'attaques ou de blessure ;
- 1 : état moyen : blessures superficielles, dégâts ou attaques localisés sur l'arbre ;
- 2 : état médiocre : dégâts, attaques ou affections pathologiques étendus à une grande partie de l'arbre ;
- 3 : mauvais état : arbre dépérissant, touché dans sa totalité ou presque par la maladie, le parasitisme ou toute autre affection naturelle ou accidentelle.

Le **tableau 37** résume la situation sanitaire des faidherbias au cours de la saison sèche 1994 sur les différents sites des parcs de Dossi et de Watinoma. Les fréquences observées appellent les commentaires suivants :

- une plus grande proportion d'arbres sont à Dossi mieux portant qu'à Watinoma puisque près d'un individu sur deux est en bon état sanitaire apparent. Par contre, on rencontre à Dossi un plus grand nombre d'individus dans l'état sanitaire le plus critique (un quart de l'effectif). Les différences tiennent essentiellement à deux facteurs :
 - l'émondage : à Watinoma, il affecte la majorité des arbres et, dans une moindre mesure, l'écorçage. La fréquence et le mode d'exploitation qui résultent en une surexploitation des individus sont à l'origine de blessures et de nécroses importantes. Elles favorisent l'installation et le développement d'agents pathogènes (champignons, parasites, insectes...). C'est la raison pour laquelle près des trois quarts des faidherbias sont cotés en état sanitaire moyen, alors qu'à Dossi l'émondage touchant peu les arbres, ceux-ci sont en meilleur état sanitaire ;

TABEAU 37 : ETAT SANITAIRE ET PARASITISME DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIR	SITE	ETAT SANITAIRE (%)				EPIHYTES/PARASITES (%)		
		0	1	2	3	0	T	F
DOSSI	VERSANTS EST ET OUEST	47	28	16	9	94	5	1
	CENTRE	45	29	19	7	95	2	3
	PARC	46	28	18	8	94	4	2
WATINOMA	HAUTS DE VERSANT	7	72	12	9	97	3	0
	BAS DE VERSANT	20	74	5	1	85	15	< 1
	PARC	15	73	8	4	90	10	< 1

Note : Echantillonnages : 758 individus à Dossi et 335 à Watinoma
Périodes d'observation : saison sèche 1993 et 1994

COTATIONS : ETAT SANITAIRE

0 : Bon
1 : Moyen
2 : Médiocre
3 : Mauvais/arbres dépérissants

EPIPHYTES/PARASITES

0 : Aucun
T : Tapinanthus (*T. dodoneifolius* et *T. globiferus*)
F : Ficus sp (*F. iteophylla*)

TABEAU 38 : MORTALITE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA (EN NOMBRE, PAR CLASSES DE CIRCONFERENCE, ET % PAR AN)

TERROIR (PERIODE)	NOMBRE CUMULE SUR LA PERIODE D'OBSERVATION			MOYENNE (%/AN)
	CIR : 10-100 CM	CIR : 100-200 CM	CIR : 200-300 CM	
DOSSI (2 ANS)	18	22	8	1,3
WATINOMA (3 ANS)	2	1	0	0,3

Note : Echantillonnages : 335 individus à Watinoma, 1876 à Dossi ;
Périodes d'observation : 1991 à 1994 à Watinoma, 1992 à 1994 à Dossi ;
CIR : circonférence à 1,30 m.

l'âge et le caractère sénile d'une grande part de l'effectif de Dossi. Ils expliquent la fréquence élevée de faidherbias dans les classes de médiocre et mauvais état sanitaire (le double de Watinoma).

Tous les grands arbres de Dossi sont chancreux. Les troncs creux se présentent parfois totalement évidés, rendant précaire la stabilité des arbres. Lorsque de tels chancres ne sont pas visibles de l'extérieur, le tarriérage des troncs révèle l'importance des dégâts fongiques sur ces individus tous plus ou moins chancreux au delà d'une circonférence > 200 cm.

Les dégâts occasionnés par le vent sur ces grands arbres sont souvent spectaculaires : houppiers fracturés et individus abattus, les arbres résistant d'autant moins bien au vent qu'ils ne sont pas émondés. En effet, si l'émondage présente des aspects négatifs pour l'état sanitaire des arbres, il est indéniable qu'il peut l'améliorer en éliminant les branches malades ou parasitées, en allégeant le poids de la structure chancelante et en réjuvenilisant les individus séniles et dépérissants. Des solutions drastiques sont parfois prises par les exploitants de Dossi qui éliminent par le feu les arbres chancreux qui menacent de s'effondrer. Préalablement annelés, les troncs creux soit remplis de paille et de bois sec qu'on allume en fin de saison sèche. Les cendres seront ensuite étalées au sol, au profit des cultures.

- les différences sur l'état sanitaire entre sites sont quasi-inexistantes à Dossi.

A Watinoma, le pourcentage d'arbres en bonne santé est meilleur sur bas de versant et bas-fonds. Inversement, le nombre élevé d'arbres de médiocre à mauvais état sanitaire caractérise les sites des hauts de versant. Les arbres dépérissant sont pour la plupart des arbres de petite dimension (50 à 150 cm de circonférence) qui occupent le haut du revers du plateau cuirassé, soit la partie la plus en amont des hauts de versant. Les arbres y végètent et leurs houppiers, médiocrement feuillés, sont pour moitié constitués de branches mortes.

1.2. PARASITISME ET EPIPHYTES DU FAIDHERBIA

On a par ailleurs relevé les individus parasités par un gui du genre *Tapinanthus* et ceux colonisés par les ficus étrangleurs (*F. iteophylla*).

Les *Tapinanthus*, phanérogames parasites de la famille des *Loranthaceae*, sont considérés comme l'une des principales causes de la mortalité des arbres au Burkina Faso, en particulier du karité. BOUSSIM et al. (1993) ont reconnu 3 espèces de *Tapinanthus* : *T. dodoneifolius* qui couvre tout le Burkina Faso. *T. globiferus* autant fréquent que le précédent, mais moins abondant et *T. ophiodes* qui ne couvre qu'une partie de l'ouest du pays.

Les deux premières espèces, les plus communes, ont été observées sur *Faidherbia albida* par les auteurs qui précisent que *T. dodoneifolius* occupe les biotopes plutôt héliophiles alors que *T. globiferus* a une prédilection pour les stations humides et aérées.

Le parasitisme par les *Loranthaceae* est assez peu étendu, touchant respectivement 4 et 10 % des faidherbias de Watinoma et de Dossi. Par comparaison, il touche à Dossi 63 % des karités du parc.

A Watinoma, il est plus abondant sur les sites les plus humides affectant 15 % des faidherbias. Mais l'étendue de ce parasitisme apparaît toujours limitée à quelques branches du houppier ; les arbres et les individus parasités par les *Tapinanthus* ne sont pas nécessairement affectés par d'autres attaques ou diverses maladies. Il est vraisemblable que l'émondage limite le développement des *Tapinanthus*. Il peut même l'éliminer ainsi que nous l'avons constaté sur des individus totalement ébranchés et suivis durant plusieurs années.

En définitive, les faidherbias les plus intensément émondés (adultes de 100 à 200 cm de circonférence) sont relativement moins parasités que les plus jeunes ($C < 100$ cm) et que les plus âgés ($C > 200$ cm) dont le houppier n'est jamais totalement prélevé.

A la différence des *Tapinanthus* qui parasitent aussi bien les jeunes arbres que les sujets âgés, les ficus affectionnent les vieux arbres au tronc chancreux. Rares à Watinoma, ils sont à Dossi plus communs. Leurs racines traversent les tissus nécrosés du faidherbia qui leur servent initialement de support, la germination étant souvent réalisée au creux d'une fourche. Les racines quelques années plus tard s'anastomosent et enveloppent les tissus du faidherbia dépérissant. A terme, le ficus domine le faidherbia sans l'éliminer et apparaît même soutenir sa structure chancelante.

1.3. TAUX DE MORTALITE

Entre deux séries de mesures dendrométriques à Dossi (1992-1994) et trois à Watinoma (1991-1994), nous avons relevé tous les individus de circonférence > 10 cm, morts sur pied ou disparus. Pour la plupart des cas, nous avons questionné les exploitants sur les causes de disparition de leurs arbres.

Le **tableau 38** du paragraphe 1.2, montre un taux de mortalité annuel 4 fois plus élevé à Dossi qu'à Watinoma. Les trois arbres morts de Watinoma occupaient tous les hauts de versant. Le plus gros ($C = 110$ cm), dépérissant au premier inventaire, présentait un houppier presque totalement desséché. Sous l'écorce il était gagné par les chancres et envahi d'insectes (termites, scolytes...). Aucune explication n'a pu être fournie sur la disparition de cet arbre sans doute encore jeune mais occupant un site ingrat, gravillonnaire et très sec. Quant aux deux autres individus, jeunes, l'un a été éliminé à force d'être rabattu. L'autre a séché sur pied puis a rapidement été attaqué par les termites.

A Dossi, la plupart des arbres morts occupaient le centre et le bas des versants du parc sur des sites où le peuplement est de bonne venue. Ces arbres étaient majoritairement adultes ou jeunes et, finalement, les plus gros individus, séniles, étaient minoritaires.

L'enquête menée sur le sujet auprès des exploitants nous a appris qu'un quart des mortalités avait pour cause le vent et parfois la foudre. Nous avons effectivement observé à plusieurs reprises des faidherbias terrassés par les vents souvent violents qui précèdent les orages en début de saison des pluies ou encore des bris de houppiers importants.

Les arbres au houppier fracturé ou chancelant sont généralement éliminés par le feu par les exploitants. Mais l'élimination volontaire par le feu d'arbres sains n'est pas rare et le nombre d'individus mis à feu quelques mois après avoir été annelés représente peut être le quart des mortalités enregistrées. Certains exploitants répugnent à le mentionner ou justifient leur geste par le mauvais état sanitaire des arbres (certains arbres, encore jeunes, sont effectivement chancreux et pourraient s'effondrer). Pour d'autres, l'élimination de l'arbre est justifiée par la place qu'il prend aux dépens des cultures. Mais ces exploitants n'ont pas plus d'arbres que d'autres ni des parcelles particulièrement exigues. Bien au contraire, les parcelles ainsi éclaircies sont souvent enrichies en manguiers. Cette stratégie, individuelle, rompt avec celle conservatoire des générations précédentes qui au sein de leur groupe familial (segment lignager) se transmettaient et entretenaient un patrimoine foncier que les arbres perrenisaient.

Le caractère sacré de la terre héritée des ancêtres -sur l'ensemble du parc, des lieux de culte ponctuent le territoire de chaque lignage-, fait d'ailleurs l'objet d'un conflit de générations. Ainsi, les plus jeunes qui cherchent à s'affranchir du Chef de famille veulent construire leur habitation aux dépens du parc. Dans ce but, quelques faidherbias ont déjà été éliminés malgré l'opposition des plus vieux exploitants arguant de la délimitation imprescriptible et sacrée et cet espace dont ils ont hérité.

Parmi les jeunes faidherbias abattus, quelques uns le sont pour leur bois afin de façonner des échelles traditionnelles (cf. **photographie 47**) ou encore des auges à cochon et des tabourets. Ces arbres coupés rez-de-souche rejettent vigoureusement et sont bien évidemment susceptibles d'être à nouveau recrutés dans l'effectif du parc (cf. **photographie 48**).

La plus grande part des mortalités reste liée au caractère sénile des faidherbias et à leur mauvais état sanitaire (chancres, dessèchements en cime, attaques d'insectes...). On y retrouve les plus gros sujets. D'un autre côté, nous avons relevé un nombre important de mortalités de baliveaux (10 à 30 cm de circonférence, dessouchés à la charrue). Nos dénombrements sont sans doute sous-évalués car entre les 2 années d'observation, des tiges ayant atteint 10 cm de circonférence, non comptés dans le premier inventaire, ont pu être éliminées. C'est ce que nous avons constaté ultérieurement par le suivi de rejets balivés, pour beaucoup rabattus ou éliminés (cf. chapitre 3).

En définitive, si on tient compte de ces éliminations "occultes", le taux de mortalité annuel de la population de faidherbias de Dossi doit être proche de 1,5 %. A Watinoma où cette élimination est plus discrète -l'exploitation d'arbres entiers n'a jamais été observée- le taux ne dépasse pas 0,5 %.

Ces estimations qui dans l'absolu ne représentent qu'un petit nombre d'individus éliminés chaque année sont à rapprocher de la conservation qui est faite de la régénération et, sur cette base, du recrutement annuel et quasi-définitif des baliveaux conservés. C'est ce que nous analyserons en détail au chapitre 3.

Mais on peut déjà relever, sur la base comparative des taux de mortalité, l'importance du recrutement nécessaire pour que les effectifs des parcs restent stables. A l'échelle d'une génération (25 ans), c'est près du tiers de l'effectif qui doit être renouvelé. La tendance étant à la dégradation accélérée du parc et à un vieillissement accru des peuplements. Il est probable qu'une plus grande part de l'effectif soit à renouveler sur un temps plus court.

A Watinoma, c'est un peu plus de 10 % de l'effectif qui devra être renouvelé.

Sans arrêter de tendance définitive en matière de renouvellement des parcs, on peut ici conclure que le vieillissement du parc de Dossi, l'importance relative des mortalités et le médiocre recrutement observé dans les classes de plus petite circonférence, (7 % pour les 10-40 cm) semblent engager la régression du parc pour de nombreuses années.

A l'inverse, à Watinoma, globalement, ces mêmes indicateurs tendent à confirmer l'extension du parc engagée par les exploitants depuis une génération. La seule comparaison des ratios taux de mortalité annuel/fréquence de la première classe de circonférence (qui rassemble plusieurs années) marque l'écart entre les dynamiques actuelles des peuplements de Dossi et de Watinoma : celui-ci varie d'un facteur 1 à 60.

1.4. CONCLUSION

L'état sanitaire des faidherbias est globalement meilleur à Dossi mais il y est beaucoup plus critique qu'à Watinoma pour le quart de l'effectif au caractère sénile ou déperissant. Si les arbres de Watinoma sont majoritairement affectés par l'émondage qui occasionne des plaies, la pratique a des avantages sanitaires en réduisant les risques de rupture de houppier sur les arbres âgés et en induisant une rejuvenilisation.

Le parasitisme est essentiellement le fait des *Tapinanthus* qui touchent finalement assez peu de faidherbias, l'émondage pouvant réduire les infestations. Les ficus étrangleurs affectionnent les arbres les plus âgés et les sites les plus humides. Ils sont en conséquence plus fréquents à Dossi mais ne concernent qu'un faible pourcentage de l'effectif. Au total, parasites et épiphytes affectent au plus 5 à 10% des peuplements de Watinoma et de Dossi.

Le taux de mortalité est également plus élevé à Dossi qu'à Watinoma. La différence ne tient pas uniquement au caractère vieillissant des faidherbias de Dossi aux houppiers plus sévèrement touchés par le vent et la foudre. Elle tient en grande partie à l'élimination volontaire d'arbres adultes, parfois à leur exploitation (bois) et à l'éradication de nombreux baliveaux à chaque saison agricole.

Ce constat marque un désintérêt grandissant pour l'espèce, confirmant la régression du parc précédemment révélée par les enquêtes.

CHAPITRE 2 : DEVENIR DES SEMENCES ET REGENERATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

2.1. LA PART DES INSECTES SPERMATOPHAGES ET DU BETAIL DANS LA REGENERATION DE L'ESPECE

La multiplication sexuée de *Faidherbia albida* est, en Afrique sahélienne, inféodée au bétail, principal voire unique consommateur des gousses qui mûrissent entre le début et le milieu de la saison sèche. Comme le relève TYBIRK (1991) à propos des légumineuses fourragères, la dispersion des graines par les animaux dépend de leur comportement (territorialité, déplacements saisonniers, divagation ou stabulation) et du temps nécessaire à la digestion. On peut ajouter qu'elle dépend aussi de l'espèce animale et, pour le cas précis de *faidherbia*, la dispersion des graines dépend beaucoup de l'homme par les applications de fumier qu'il effectue sur ses champs (DEPOMMIER, 1996).

Pour la plupart des auteurs ayant écrit sur le sujet, la graine de *faidherbia* à cuticule cireuse, dure et imperméable, attaquée par les sucs digestifs lors du transit intestinal, puis libérée avec les excréments des animaux, trouverait là les meilleures conditions de sa dissémination et de sa levée de dormance (WICKENS, 1966 ; GIFFARD, 1974 ; PELISSIER, 1966). Les excréments, outre leur rôle fertilisant pour le développement de la plantule, assureraient une fonction d'hydorétention (CTFT, 1988). L'observation sur le terrain doublée d'une expérimentation d'alimentation du bétail avec des fruits de *faidherbia*, montre que ce déterminisme doit être nuancé et relativisé en regard de l'effet de prédation du bétail sur les semences de *faidherbia*.

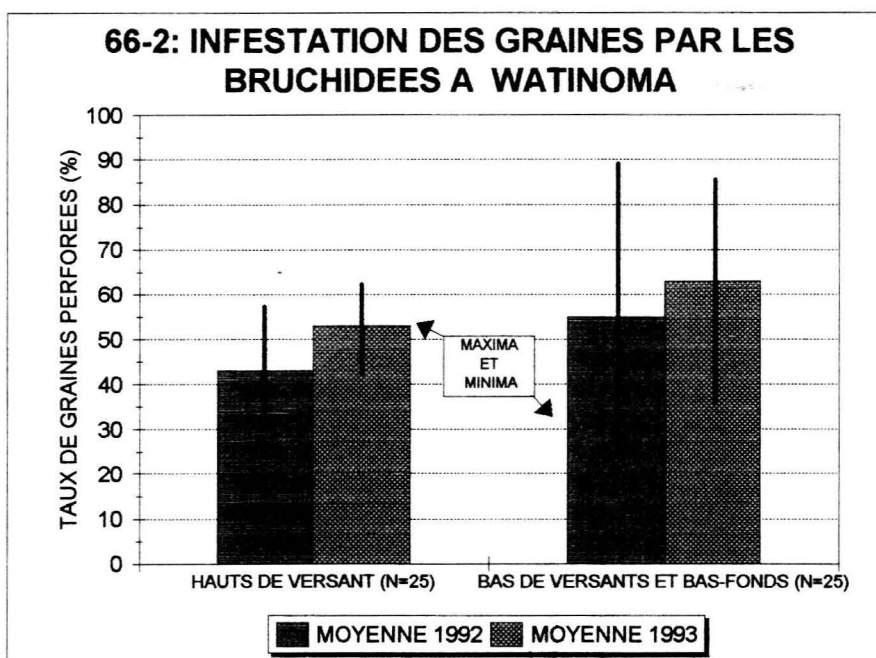
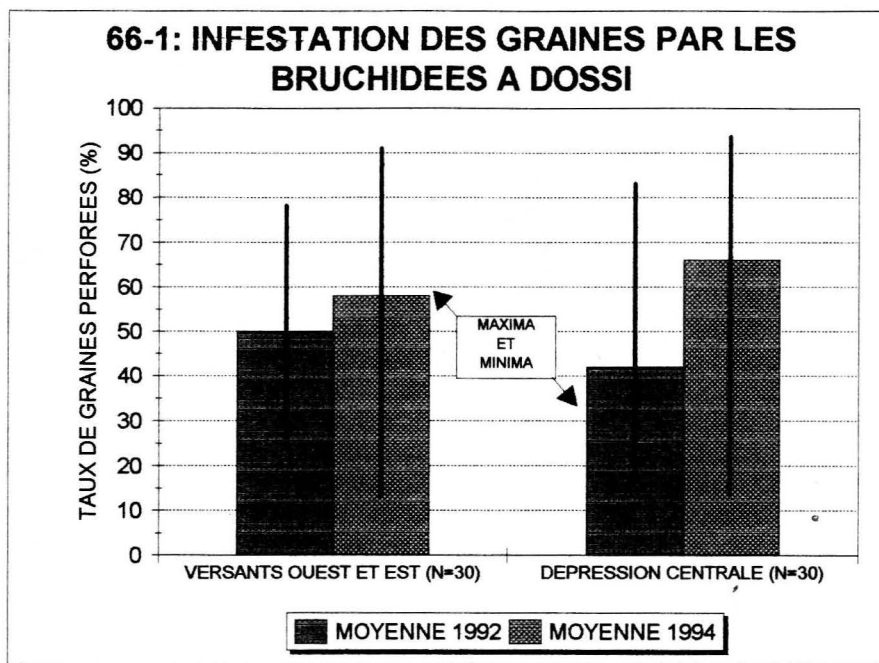
Parmi les prédatons les plus manifestes, celle des insectes spermatophages sur les graines de *Faidherbia albida* représente, en "amont" de celle exercée par les ruminants, une contrainte majeure à l'expression du potentiel de régénération sexuée de l'espèce. Plusieurs auteurs ont mentionné des dégâts considérables causés aux semences de *faidherbia* notamment par les *Bruchidae* (KAMBONE, 1991 ; COMPAORE, 1992 ; RUKUNI, 1992).

Aussi, pour le cas des *faidherbias* de Dossi et de Watinoma, nous avons évalué les taux d'attaques des graines d'une saison sèche à l'autre. Puis nous avons dénombré les graines ingérées et extraites des fèces et, en dernière étape, leur viabilité et leur capacité de germination a été évaluée par des tests menés en pépinière.

2.1.1. Prédation des graines par les insectes

Au cours de deux saisons sèches successives, un large échantillonnage de fruits mûrs a été récolté par semencier et décortiqué à la main afin de relever la nature et l'importance des attaques faites sur les graines par les insectes. L'échantillonnage a été réalisé sur 20 fruits par semenciers à raison de 25 à 30 arbres par site.

GRAPHIQUE 66 : IMPORTANCE DE LA PREDATION DES GRAINES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* PAR LES INSECTES SPERMATOPHAGES : VARIATION SELON LE SITE ET L'ANNEE SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA



La plupart des graines attaquées présentaient une perforation d'environ 1 mm de diamètre qui correspond au trou de sortie caractéristique d'un petit coléoptère de la famille des *Bruchidae*. La bruche adulte s'en échappe après être passée par les mues successives, de la larve à la chrysalide. Les cotylédons et l'embryon de la graine aux dépens desquels s'est nourrie la larve sont généralement endommagés au point de rendre non-viable la graine (JOHNSON, 1981 et SOUTHGATE, 1983 cités par TYBIRK, 1991). Pour de nombreuses graines ainsi parasitées, il ne restait que le tégument ou des débris de celui-ci.

Plusieurs espèces-hôtes ont été identifiées s'agissant principalement de *Caryedon* sp. et de *Bruchidius auratopubens*.

Les infestations, tant à Dossi qu'à Watinoma et quelque soit le site, sont massives puisqu'elles touchent tous les semenciers, presque tous les fruits et affectent en moyenne une graine sur deux (cf. graphiques 66-1 et 66-2).

Si les variations entre sites du taux de graines perforées sont assez faibles comme le sont celles entre les stations de Dossi et de Watinoma, celles interannuelles sont sensiblement plus marquées. Ces variations évoluent dans le même sens d'un site à l'autre ; selon le site, le taux d'infestation a augmenté de 10 à 30 % à Dossi, entre 1992 et 1994, et d'environ 10 % à Watinoma, entre 1992 et 1994. Pour le cas de Watinoma, quelque soit l'année, on relève que les sites les plus humides induisent les plus sévères attaques (55 à 65 % de graines perforées) mais les différences ne sont pas significatives en raison d'une très forte variabilité. L'amplitude est particulièrement marquée à Dossi où, sur un même site, deux faidherbias distants de quelques deux à trois cent mètres peuvent être respectivement infestés à des taux de 17 et 95 %.

Des taux comparables de graines perforées par les bruches ont été mentionnés par différents auteurs : COMPAORE (1992), au Burkina Faso, a enregistré des variations de 16 à 62 %, sans effet lié au site ni à la localisation du prélèvement dans le houppier. Pour KAMBONE (1991), les taux moyens de graines perforées sont de 54 %, plus importants sur les fruits mûrs que sur les fruits immatures, verts aqueux (65 contre 36 %). Quant à TYBIRK (1991), citant divers auteurs, il mentionne des taux d'infestation variant de quelques % à près de 100 % en fonction de l'espèce d'insecte.

Ces résultats démontrent l'importance de la prédation des graines par les insectes spermatophages. Presque toutes les graines perforées perdent leur viabilité ainsi que nous l'avons vérifié par des tests de germination réalisés en pépinière. Les levées observées sont de l'ordre de 5 % soit un taux plus bas que ceux relevés par RUKUNI (1993), variant de 10 à 20 %. Mais les tests de cet auteur ont été réalisés en incubateur, garantissant de meilleurs taux de germination de graines perforées. Enfin, comme toutes les graines, perforées ou non, passent par le bétail, l'évaluation de cette viabilité est bien évidemment toute relative.

2.1.2. Prédation, conservation et dispersion des graines par le bétail

2.1.2.1. Importance du prélèvement en graines par le bétail dans un essai d'alimentation

A Watinoma comme à Dossi, l'observation montre que toutes les gousses de *Faidherbia albida* qui tombent à terre au cours de la saison sèche sont sans délai consommées par le bétail qui parcourt les parcs. N'échappent au bétail que quelques gousses coincées dans les rameaux épineux des arbres et de très rares fructifications tardives enregistrées en saison des pluies.

D'une façon générale, ce sont les petits ruminants -moutons et chèvres, particulièrement nombreux à Watinoma- qui sont les plus grands consommateurs de gousses de *Faidherbia albida*. Le seul bruit d'une gousse tombée à terre les fait se précipiter sur celle-ci, avec une rapidité que n'ont pas les bovins. Toutefois, l'assertion est à nuancer pour le cas de Dossi où les boeufs, plus nombreux que les petits ruminants, sont menés sous les arbres que l'on gaule. D'autre part, les boeufs sont parfois nourris à l'étable avec des gousses de *faidherbia*, en complément fourrager.

Aussi, des essais d'alimentation du bétail ont été réalisés sur des ovins, caprins et bovins nourris à l'étable, avec des rations alimentaires incorporant des gousses de *faidherbia* dans le but d'évaluer la quantité et la qualité des graines extraites des fèces des différents animaux.

L'expérimentation a été menée sur la station IDR¹ de Gampéla, près de Ouagadougou, et répétée 2 fois avec 3 génisses, 4 brebis et 4 chèvres. Les animaux ont reçu quotidiennement une ration de gousses de *faidherbia* de la saison, en complément aux granulés de son, herbes (bovins et ovins) ou résidus de culture (chèvres) habituellement servis.

Au préalable, une évaluation du pourcentage de graines saines a été faite pour chaque lot de gousses récoltées sur deux arbres de bordure des bas-fonds de Watinoma.

Les rebuts de gousses ont été en fin d'expérience pesés. Par différence avec le poids initial, sur la base des quantités de fruits consommés, on a fait une évaluation du nombre de graines ingérées. Les graines ont été extraites des fèces séchées et tamisées à 2 mm. Ainsi, toute graine intacte, brisée, perforée ou encore pourrie a pu être identifiée et comptée.

Les résultats du **tableau 39** démontrent l'importance du prélèvement en graines fait par le bétail : selon l'espèce animale, 90 à 98 % des graines saines ingérées sont consommées, broyées et/ou digérées.

¹Institut du Développement Rural/Université de Ouagadougou.

TABEAU 39 : ETAT SANITAIRE ET QUANTITE DE GRAINES DE FAIDHERBIA ALBIDA EXTRAITES DES FECES DE BOVINS, OVINS ET CAPRINS EXPERIMENTALEMENT NOURRIS A L'ETABLE

CARACTERISTIQUES	BOVINS	OVINS	CAPRINS
RACE ET NOMBRE	Zébu peul soudanien 3 génisses	soudanienne 4 brebis	bariolée du Sahel : 4 chèvres
QUANTITE DE GOUSSES DISTRIBUEES (KG/ANIMAL)	rep.1 : 3 rep.2 : 1	rep.1 : 2 rep.2 : 1	rep.1 : 1 rep.2 : 1
MATERIEL VEGETAL ET TAUX DE GRAINES SAINES (NON PERFOREES, EN %)	rep.1 : Fa 27 Parc 3 = 38 rep.2 : Fa 2 Parc 3 = 35	rep.1 : Fa 27 Parc 3 = 38 rep.2 : Fa 2 Parc 3 = 35	rep.1 : Fa 7 Parc 3 = 61 rep.2 : Fa 23 Parc 3 = 67
% GRAINES EXTRAITES (rep. 1+2):			
- graines perforées :	0.03	0.02	0.02
- graines pourries :	0.2	0.03	0.01
- graines germées :	0.5	0	0
- graines intactes	4	1	7
GRAINES SAINES EXTRAITES/GRAINES SAINES INGEREES (%)	rep.1 : 10 ± 3 rep.2 : 13 ± 5 rep.1+2 : 11 ± 4	rep.1 : 2 ± 0,5 rep.2 : 1 ± 0,5 rep.1+2 : 2 ± 0,5	rep.1 : 11 ± 2 rep.2 : 9 ± 2 rep.1+2 : 10 ± 2

± = écart-type des moyennes

rep. = répétitions de l'essai faites à 10 jours d'intervalle

Fa = *Faidherbia albida* (gousses récoltées à Watinoma)

(1) = ratio rapporté au nombre de graines extraites, non perforées, évalué à partir du taux de graines saines connu pour chaque lot de fruits ingérés.

Si on rapporte le nombre de graines saines extraites au nombre total de graines ingérées, comprenant donc un nombre plus ou moins important de graines perforées par les insectes, les taux varient entre 1 et 7 %. De très rares graines perforées ont été retrouvées sans les fèces. Celles-ci sont probablement les premières attaquées par les sucs gastriques des animaux. Il en va sans doute de même les graines cassées ou scarifiées sous l'effet de la mastication. On peut également supposer que les graines au tégument le moins résistant disparaissent les premières et qu'il ne subsiste que les graines les plus dures.

Un petit nombre de graines pourries ont été retrouvées, notamment dans les excréments de vaches. Ceux-ci contenaient par ailleurs des graines hydratées, ayant germé puis flétri rapidement dans ce milieu chargé en ammoniac.

Cette prédation de graines de *Faidherbia* par le bétail apparaît plus importante que celle évaluée par divers auteurs. Ainsi, RADWANSKI et WICKENS (1967) indiquent avoir récupéré 66,5 % de graines non digérées dans les excréments d'un boeuf nourri en enclos, au Soudan.

Toutefois, TANNER et *al.* (1990), en Ethiopie, évaluent à 84 % le taux de graines digérées par des moutons nourris en enclos, taux plus proches de ceux résultant de nos essais.

Si le bétail contribue à disséminer les semences de *Faidherbia* -redistribuées en partie par l'homme qui fume ses champs de parc-, il ressort clairement qu'il exerce un effet dépressif sur le potentiel de régénération sexuée de l'espèce.

La prédation apparaît même plus forte que celle des bruches. On peut alors se demander à partir de quel seuil les effets conjugués de ces prédateurs, de l'émondage et d'autres facteurs, climatiques et édaphiques, s'appliquent-ils pour réduire à néant la capacité de multiplication sexuée de *Faidherbia albida*.

La question a d'autant plus de poids que d'autres contraintes s'ajoutent à celles étudiées. Nous mentionnerons les deux suivantes :

- les attaques sévères et répétées d'oiseaux sur les gousses immatures (au stade aqueux) qui peuvent affecter la production semencière. Ainsi, en 1993, à Watinoma, 2 semenciers sur 10 ont eu leurs fruits attaqués. Sur deux individus de hauts de versant sur lesquels des récoltes totales étaient faites, 80 % des fruits avaient été égrainés ;
- la prédation de graines par les termites qui n'est certainement pas négligeable. En effet, ceux-ci laissent rarement intactes les déjections du bétail qui parcourt les parcs et les graines qu'elles peuvent contenir (cf. **Photographie 26**).

Ces observations et les évaluations faites sur le devenir de la graine, entre sa maturation et son passage par l'animal, laissent supposer que le nombre de graines restant dans le fumier laissé au sol peut être faible et très variable. C'est ce que nous avons voulu vérifier par le prélèvement de fèces sur les parcs de Dossi et de Watinoma.

2.1.2.2. Nombre et distribution des graines extraites des fèces collectées en parc

A Watinoma comme à Dossi, un dispositif de collecte de fèces, laissées par le bétail parcourant les parcs à faidherbia, a été mis en place en fin de saison sèche, afin d'identifier par les graines les espèces consommées et leur quantité. La période tardive de collecte a été retenue afin de faire des comptages qui soient les plus proches de ceux qui pourraient être fait en début de saison des pluies lorsque les premiers semis lèvent. D'un autre côté, il convenait de collecter des fèces laissées par le bétail avant que le fumier des fosses fumières ne soit épandu, et de s'assurer qu'aucun travail du sol n'avait été réalisé, au risque de perturber l'évaluation. Les graines apportées par épandage de fumier ont fait l'objet d'une évaluation ultérieure.

A la date de collecte des fèces, les derniers fruits de faidherbias étaient tombés depuis 1 à 2 mois et on peut supposer que tout ce qui était tombé ou avait été gaulé avait à cette date été prélevé et soumis au transit intestinal du bétail.

Les excréments laissés au sol par le bétail et qui contiennent éventuellement des graines de faidherbia apparaissent généralement dégradés. Le fait est commun pour les bouses de vaches, parfois totalement consommées par les termites mais aussi souvent piétinées et dispersées.

Afin d'évaluer les quantités de graines contenues dans les fèces sur les différents sites des parcs étudiés, on a collecté dans des cadres métalliques d'un m² (1 m x 1 m), posés au sol, toute matière organique s'y trouvant, en particulier tout fumier ou ce qu'il en restait et d'éventuelles graines libérées.

Les collectes ont été réalisées sur chaque site de chaque parc à 2 niveaux :

- sous le houppier de faidherbias adultes à raison d'un m² prélevé sur chaque axe cardinal (soit un échantillon composite de 4 m²) ;
- hors houppier, à mi-distance entre l'arbre précédemment pris en compte et ses voisins, en un échantillon composite relevant des 4 quadrants cardinaux (NE, SE, SO, NO).

Les arbres associés aux prélèvements ont été retenus de sorte qu'ils soient représentatifs des espacements et de la dispersion des faidherbias de chaque site. Au total, 80 prélèvements ont été échantillonnés par site sur chaque parc (40 sous houppier et 40 hors houppier).

TABEAU 40 : QUANTITES DE FUMIER DEPOSE PAR LE BETAIL PARCOURANT LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA EN FIN DE SAISON SECHE ET GRAINES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET D'AUTRES LIGNEUX FOURRAGERS EXTRAITES DE CE FUMIER

PARCS ET SITES	ECH.	FUMIER (Kg/ha)		GRAINES DE FAIDHERBIA (Nombre/ha)		GRAINES D'AUTRES SP. (Nombre/ha)	
		Sous houppier	Hors houppier	Sous houppier	Hors houppier	Sous houppier	Hors houppier
DOSSI : Bas des versants ouest et est	80	1 288 (49)	1 156 (24)	57 875 (177)	3 929 (96)	28 750 (183)	23 571 (154)
DOSSI : Centre	80	1 517 (48)	1 367 (46)	123 375 (122)	5 625 (99)	59 500 (123)	15 313 (230)
WATINOMA : Hauts de versant	80	371 (66)	132 (176)	625 (173)	500 (255)	8 750 (91)	3 250 (156)
WATINOMA : Bas de versant et bas-fonds	80	639 (76)	262 (111)	1 125 (164)	625 (279)	9 000 (91)	2 625 (136)

ECH. = Echantillonnage constitué par site de 40 placettes de 1 m² sous houppier (4/arbre dans les 4 directions cardinales) et de 40 hors houppier, disposées à distance intermédiaire entre 2 arbres (également distribuées dans les 4 directions cardinales).

SP. = Autres espèces que faidherbia : *Acacia sieberiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Cassia sieberiana* et *Dicrostachys glomerata* pour les principales espèces sur les 2 parcs.

(CV) = Coefficient de variation, en %.

Les quantités moyennes de fumier et de graines extraites, consignées au **tableau 40 et illustrées par les graphiques 67 et 68**, apparaissent très contraintes en fonction des facteurs station, site et éloignement au houppier. Mais on observe de plus fortes variations entre les prélèvements réalisés, quelque soit le facteur étudié. En effet, les coefficients de variation atteignent fréquemment 100 à 200 % du fait de quantités nulles de fumier à Watinoma, et d'écarts particulièrement élevés entre les nombres de graines extraites, sur les 2 sites.

Les différences suivantes ont été enregistrées² :

*** pour le fumier :**

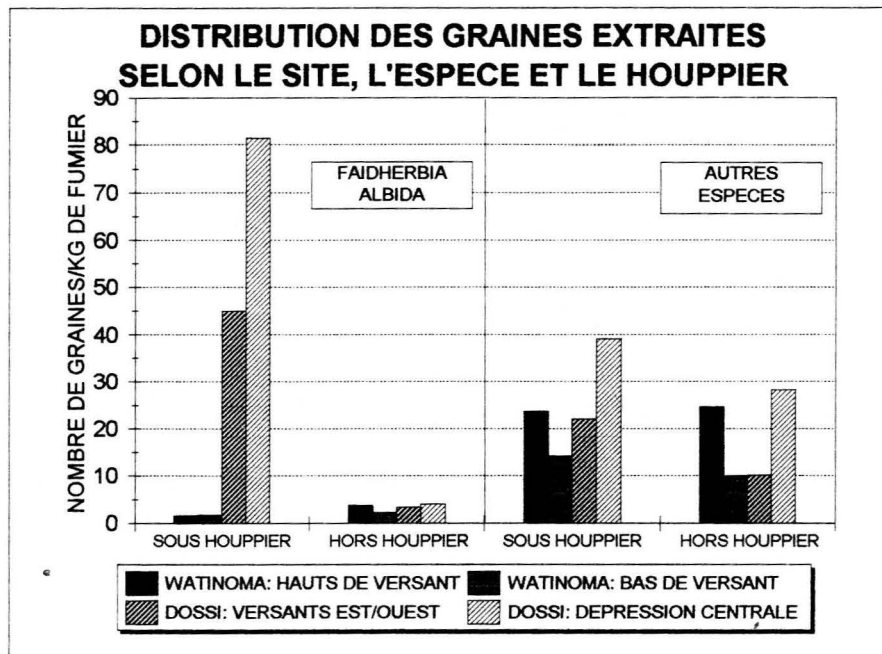
- . entre les parcs de Dossi et de Watinoma, la différence donne l'avantage à Dossi, la quantité variant d'un facteur 1 à 9, avec un écart très marqué hors houppier (cf. **photographie 25**) ;
- . entre les prélèvements sous houppier et hors houppier, les différences ne sont significatives qu'à Watinoma sur chacun des sites ; elles sont très hautement significatives à l'échelle du parc, tous sites confondus ;
- . au sein de chaque parc, la quantité de fumier varie en importance selon le site: elle est significativement plus élevée sur bas de versant et bas-fonds à Watinoma, ce qui n'est pas le cas à Dossi entre les 2 sites comparés ;
- . on observe que les variations sont beaucoup plus atténuées à Dossi qu'à Watinoma, en dehors des houppiers, ce qui signifie que le fumier y est plus régulièrement distribué par les animaux, à la différence de Watinoma qui concentre les animaux et leur fumier sous les arbres. En conséquence, à Dossi, la distribution des graines montre une variabilité réduite hors houppier.

*** pour les graines saines de faidherbia extraites des fèces :**

- . toutes les moyennes comparées montrent que les quantités de graines de faidherbia sont plus élevées sous les houppiers et, très logiquement, sur les sites concentrant le plus de bétail et ayant les plus gros semenciers ; mais les seules différences hautement significatives ne sont enregistrées qu'à Dossi, au centre comme sur les versants. La concentration de graines sous le houppier des arbres est à Dossi très forte, deux fois plus élevée sous les arbres du centre que sous ceux des versants alors qu'en dehors des houppiers les valeurs sont équivalentes d'un site à l'autre, tout comme à Watinoma ;

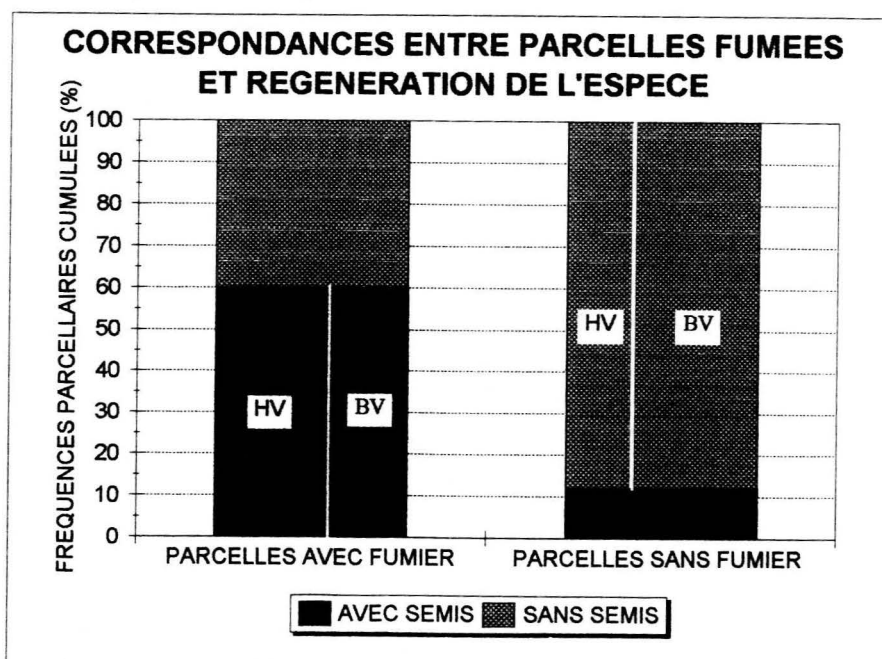
²Différences significatives données pour un risque $\alpha = 5\%$ (test de Fisher).

GRAPHIQUE 67 : DISSEMINATION DES SEMENCES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET D'AUTRES ESPECES PAR LE BETAIL DES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA (GRAINES EXTRAITES DU FUMIER COLLECTE EN FIN DE SAISON SECHE)



AUTRES ESPECES (%)	DOSSI	WATINOMA
ACACIA SIEBERIANA	38	24
PILIOSTIGMA RETICULATUM	27	35
CASSIA SIEBERIANA	26	16
DICHROSTACHYS GLOMERATA	6	24
AUTRES	3	1

GRAPHIQUE 68 : IMPORTANCE DU FUMIER DANS LA REGENERATION SEXUEE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA



- la différence est par ailleurs très hautement significative, entre les quantités de graines de *faidherbia* de Dossi et de Watinoma ; leur ratio varie de 10 à 100. Ces écarts reflètent les différences de production fruitière d'un terroir à l'autre et les effets de concentration des arbres les plus fructifères.

*** pour les graines saines d'autres espèces ligneuses :**

- ce qui vient d'être énoncé pour les graines de *faidherbia* vaut globalement pour les graines des autres espèces ligneuses extraites des fèces, bien que les différences entre zones sous et hors houppier soient beaucoup plus atténuées à Dossi. En outre, on relève les inversions suivantes :
 - deux fois plus de graines de *faidherbia* que d'autres espèces dans les fèces de Dossi sous houppier, mais trois à sept fois moins hors houppier. Les graines d'autres espèces fourragères sont plus abondantes sur les sites des versants où le peuplement devient composite, ce qui paraît logique ;
 - six à dix fois plus de graines d'autres espèces que de *faidherbia* dans les fèces de Watinoma, ce qui relativise à nouveau la place de l'espèce sur ce terroir ;
- si, à Watinoma, on relève des différences hautement significatives sur les 2 sites en fonction du facteur houppier, à Dossi, la différence n'est significative qu'au centre du parc, toutes les valeurs comparées étant affectées de très fortes variabilités ;
- les graines d'autres ligneux sont sur les deux parcs représentées à plus de 95 % par 4 espèces aux fruits fourragers : *Acacia sieberiana* (38 % à Dossi), *Piliostigma reticulatum* (35 % à Watinoma), *Cassia sieberiana* et *Dichrostachys glomerata*. Les deux dernières espèces, peu fréquentes sur les parcs, abondent localement sur les jachères et brousses environnantes.

Ces résultats, comme ceux figurés au **graphique 67** qui rapportent les quantités de graines par kg de fumier, marquent donc la différence entre les parcs de Dossi et de Watinoma et les effets de concentration dus à l'arbre.

Le nombre de graines rapporté au kg de fumier permet de comparer les concentrations en fonction des facteurs site et éloignement au houppier :

- . les fèces de bétail collectées sous *faidherbia* contiennent 20 à 40 fois plus de graines de *faidherbia* à Dossi qu'à Watinoma. L'écart est particulièrement marqué au niveau de la dépression centrale de Dossi (60 à 80 graines/kg) qui compte les arbres les plus fructifères et concentre plus de bétail que sur les versants ;
- . par contre, les fèces collectées hors houppier des arbres ont des densités de graines équivalentes sur les 4 sites des 2 terroirs ;
- . quant aux graines d'autres espèces fourragères, la différence entre Dossi et Watinoma, tous sites confondus, est peu marquée. Elle varie autour de 15 à 20 graines/kg avec des écarts réduits entre les zones sous et hors houppier ; mais la part relative des semences de *faidherbia* parmi toutes celles extraites montre des différences importantes d'un parc à l'autre, reflétant la part de l'espèce dans la composition floristique des parcs (15 à 20 % à Watinoma contre 65 à 70 % à Dossi).

Bien que les quantités de fumier collectées ne représentent pas la totalité laissée par les animaux au cours de la saison sèche, les résultats traduisent des différences en matière de ressources fourragères disponibles dont les fruits de *faidherbia* représentent une part importante du parc de Dossi. Mais si l'avantage revient à ce dernier, il est probable que la dégradation de la fumure soit à Watinoma plus forte qu'à Dossi et consolide la différence. Le piétinement, l'érosion éolienne (ou hydrique sur bas-fonds) et la prédation par les termites y sont, d'après nos observations, plus fortes qu'à Dossi. S'y ajoutent des pratiques néfastes à la régénération de l'espèce et au maintien de la fertilité des sols telle que la collecte de bouses séchées pour alimenter le feu de la cuisson de poteries (cf. **photographies 26 à 28**).

Sur les deux parcs et les quatre sites comparés, on note que la fumure animale est plus abondante sous le houppier des arbres qu'en dehors. L'inverse aurait d'ailleurs été surprenant car, sur tous les sites, les animaux séjournent à l'ombre des arbres et s'y affouragent en consommant les gousses tombées à terre et les branchages émondés par leurs bouviers. Les différences mesurées à Watinoma recoupent celles enregistrées par LIBERT (1990) au Nord Cameroun ; l'écart y est même plus important car la quantité mesurée sous houppier est 10 fois supérieure à celle hors houppier (645 à 860 kg/ha/an sous houppier, contre 60 à 80 hors houppier). Par contre, la différence est peu marquée à Dossi. Cela conduit à poser l'hypothèse que l'amélioration de la fertilité du sol et les effets de l'arbre sur des cultures associées sont peu différenciés. Cette question sera traitée dans la dernière partie de notre étude.

S'il existe un effet de dispersion des graines lié à la mobilité du bétail, celui-ci est également à l'origine de concentrations aux lieux où il stationne. Ce stationnement sous le houppier des arbres s'apparente aux regroupements d'animaux autour des points d'eau et dans les enclos où le fumier s'accumule et les graines sont stockées.

2.1.2.3. Ensemencement des champs par l'application de fumier

A Dossi, en complément aux évaluations précédentes, et sur les mêmes sites, des prélèvements de fumier ont été réalisés sur toutes les parcelles sur lesquelles du fumier avait été épandu. Les collectes ont été faites entre les houppiers des arbres à raison de 4 placeaux cardinaux par arbre, sur la base d'un échantillonnage réduit à 25 faidherbias.

L'examen des résultats, consignés au **tableau 41** qui compare les nombres moyens de graines par kg de fumier, avant et après épandage, démontre clairement l'effet d'ensemencement de la pratique. Celui-ci apparaît équivalent à l'effet de concentration de graines observé sous le houppier des faidherbias.

Mais, à l'échelle du parc, cet effet doit être relativisé car l'épandage de fumier affecte à chaque saison moins du tiers du parcellaire (les compléments organiques sont réalisés en compost ou ordures ménagères qui ne contiennent pas de semences).

Par ailleurs, l'épandage de fumier libère essentiellement des graines de faidherbia. Les graines d'autres espèces ont quant à elles des concentrations quasi-inchangées avant et après épandage. Cet effet de concentration de graines de faidherbia, directement lié à l'alimentation du bétail en gousses de faidherbia et à leur accumulation en enclos, apparaît beaucoup plus marqué pour les parcelles du centre du parc. Cette différence ne résulte pas d'apports de fumier plus importants au centre que sur bas de versants. Dans tous les cas, le nombre de graines est ici rapporté au kg de fumier issu d'enclos non spécifiques aux sites. Par contre, au moment de la préparation du sol, c'est-à-dire de son nettoyage et de l'épandage du fumier, on relève que les fèces concentrées sous le houppier des arbres et les graines qu'elles contiennent sont plus ou moins dispersées en champs et donc mélangées à celles apportées par l'épandage. Cette redistribution peut contribuer à une large part de la différence observée entre sites résultant de celle consignée au **Tableau 40**.

2.1.3. L'effet "transit intestinal" du bétail sur la germination des semences de faidherbia

En dernière étape à cette évaluation des semences de faidherbia, un essai de germination a été mis en place en pépinière avec deux lots de graines extraites des fèces de bovins, d'ovins et de caprins lors de l'essai d'alimentation.

Une évaluation comparative des levées a été réalisée sur une période de 60 jours selon les 5 traitements suivants, appliqués sur les 2 lots de graines :

- t : graines issues du décorticage manuel des fruits (non pilés), semées directement en terre (témoin) ;
- a : graines issues du décorticage manuel des fruits, trempées 5 mn dans l'acide sulfurique (66 %), puis lavées et trempées 24 heures dans l'eau avant semis. Ce traitement est celui préconisé par le CNSF³ pour la production de plants de *Faidherbia albida* en pépinière ;

³Centre National des Semences Forestières, Ouagadougou.

TABEAU 41 : COMPARAISON DES QUANTITES DE SEMENCES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET D'AUTRES ESPECES LIGNEUSES CONTENUES DANS LE FUMIER COLLECTE SUR LE PARC DE DOSSI ET DANS CELUI ACCUMULE EN ETABLE : DISTRIBUTION SUR LES DIFFERENTS SITES, SOUS ET HORS HOUPPIER DE L'ARBRE

SITE	E S P E C E	GRAINES EXTRAITES DU FUMIER LAISSE <i>IN SITU</i> PAR LE BETAIL EN PARC (N/KG)		GRAINES EXTRAITES DU FUMIER D'ETABLE EPANDU EN CHAMPS (N/KG) ⁽¹⁾
		SOUS HOUPPIER	HORS HOUPPIER	HORS HOUPPIER
MOYENS ET BAS VERSANTS EST ET OUEST	FA	45 (183)	3 (100)	26 (215)
	SP	22 (112)	10 (152)	14 (229)
DEPRESSION CENTRALE (VILLAGE)	FA	81 (200)	4 (120)	146 (154)
	SP	39 (111)	28 (252)	21 (186)
PARC (MOYENNE DES SITES)	FA	64 (155)	4 (116)	68 (220)
	SP	31 (104)	16 (218)	17 (210)

⁽¹⁾ : Les comptages intègrent les graines issues de l'épandage et d'éventuelles graines laissées par le bétail, et dispersées lors du nettoyage des champs.

FA : *Faidherbia albida*

SP : Autres espèces ligneuses

N/KG : Nombre de graines/kg de fumier

(x) : Coefficient de variation (%)

- b, c et o : graines extraites des fèces de bovins, caprins et ovins des essais d'alimentation.

Le dispositif expérimental comptait 4 répétitions (blocs) des 10 traitements (2 X 5), aléatoirement distribués en lignes à raison de 50 graines semées par ligne.

Les lignes furent semées en germoirs compartimentés, mis à un mètre du sol sur chassis et recouverts d'une moustiquaire sur cadre afin de les protéger des insectes et autres ravageurs.

Le substrat, sablo-argileux, prélevé en pépinière et sans apport de fumure, était avant semis désinfecté au fongicide⁴. Un arrosage des semis fut assuré matin et soir au pulvérisateur le temps de l'essai dont les résultats sont illustrés par les **graphiques 69 et 70**.

Pour les 2 lots de graines testées, l'analyse comparative du nombre et de la distribution des germinations au cours du temps montre :

- une levée diffuse des semences issues du transit intestinal des animaux ; elle est dans tous les cas beaucoup moins rapide que celle des graines traitées à l'acide. Les courbes du "transit intestinal" se situent également sous celles des traitements "témoins". Cela apparaît bien marqué pour la courbe "des bovins" dont la moitié des levées n'est réalisée qu'après 20 à 30 jours et la quasi-totalité après environ 40 jours ;
- des taux de germination assez élevés en fin d'essai pour l'ensemble des traitements ;
- que l'origine du lot de graines (semencier) n'a pas d'effet sur la distribution et le nombre des levées.

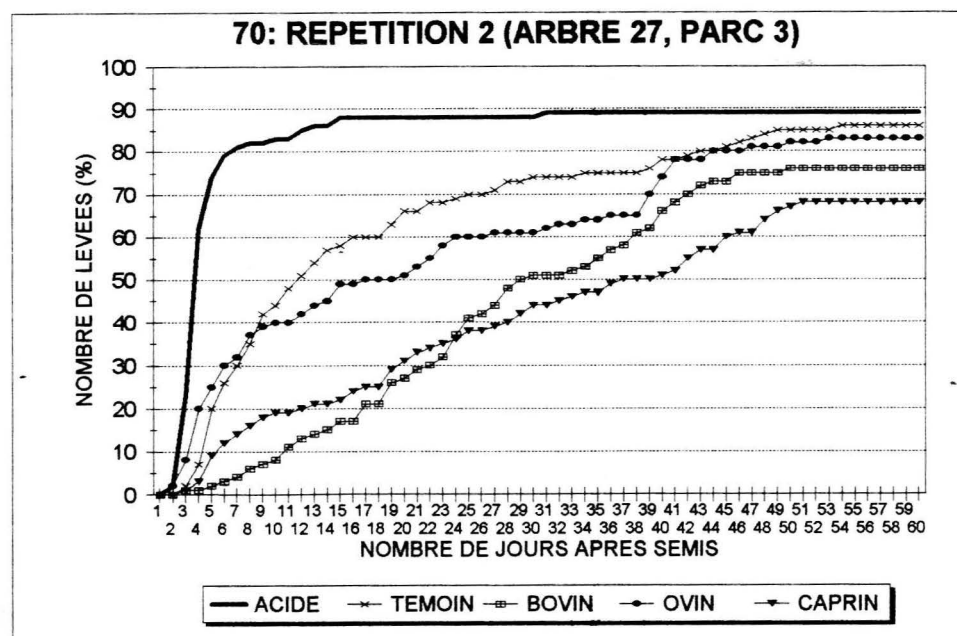
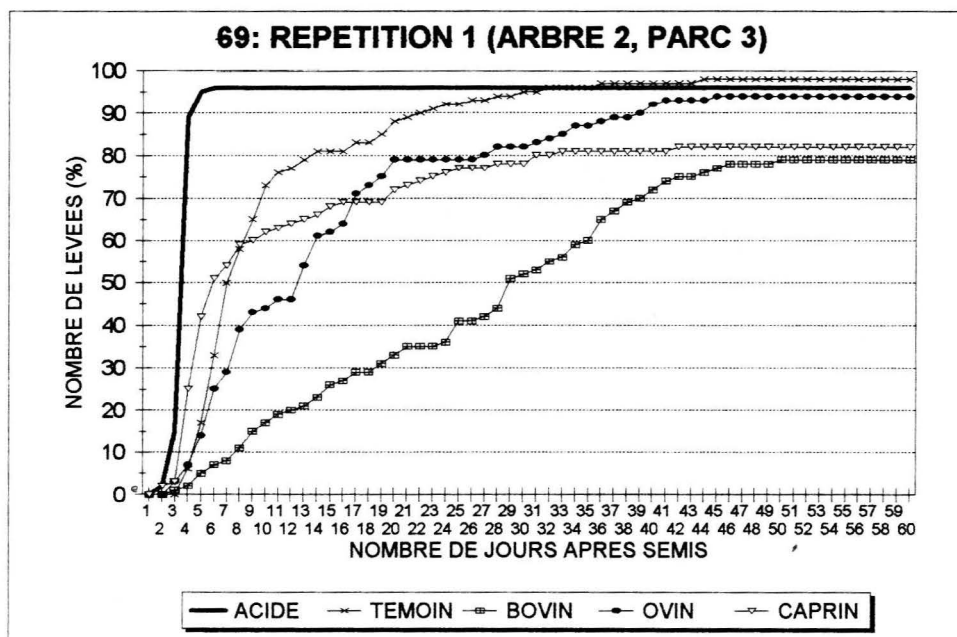
Plus que la faible différence observée entre les taux de germination entre les traitements "acide" et "témoin" (91 et 93 % en moyenne), d'une part, et les traitements "caprins", "bovins" et "ovins" (75, 78 et 89 %), d'autre part, c'est en fin de compte la distribution des levées qui caractérise les différences entre traitements.

La différence de vitesse de levée entre les graines témoins et celles des fèces peut être attribuée au fait que sont comparées les graines les plus dures ayant résisté aux effets mécaniques et biochimiques du transit intestinal à des graines "tout venant", au tégument plus ou moins dur et donc dans leur ensemble sujettes à plus vite s'hydrater et germer.

Quant à l'effet rapide et massif de l'acide sulfurique sur la levée de dormance des graines de *Faidherbia*, il est bien connu. Une telle levée de la dormance tégumentaire des graines passées par la voie digestive des ruminants pourrait être désastreuse dans les conditions de pluviométrie erratique de la zone sahélo-soudanienne. En cela, nous partageons l'avis de TYBIRK (1991) pour qui cette dormance offre divers avantages écologiques : possibilité de dissémination des graines par voie digestive des animaux, conservation prolongée des semences

⁴Furadan : substance organique de synthèse dérivée des thiurames

GRAPHIQUES 69 ET 70 : EFFET "TRANSIT INTESTINAL" DU BETAIL SUR LA GERMINATION DE GRAINES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* COLLECTEES DANS LES FECES DE BOVINS, OVINS ET CAPRINS



ESSAI REALISE EN GERMOIRS, EN SAISON DES PLUIES

et germination différée devant l'erraticisme des premières pluies souvent suivies de périodes de sécheresse, fatales pour les semis.

En conclusion à cet essai, on peut dire que contrairement à ce qui est souvent rapporté dans la littérature, le transit intestinal n'induit pas d'effet améliorateur sur la levée de dormance des graines de *Faidherbia*. Il aurait même tendance à être à l'origine d'une réduction du nombre de levées du fait de la sélection des graines les plus dures ayant résisté au transit intestinal. Quant aux 10 à 25 % de graines qui n'ont pas levé, même au bout de 4 mois (soit après 2 mois d'arrosage supplémentaire), elles ont pour la plupart pourri.

2.2. REGENERATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

2.2.1. Echantillonnage et identification préalable des formes de régénération

La régénération de *Faidherbia albida* et des autres espèces ligneuses ou semi-ligneuses a été inventoriée 2 années successives, à Dossi, et 2 saisons successives à Watinoma. Pour cela, tous les individus de circonférence < 10 cm ont été pris en compte.

A Dossi comme à Watinoma, l'un des deux inventaires a été réalisé entre le milieu et la fin de la saison sèche, avant que les champs ne soient nettoyés et mis en culture, mais après une longue période durant laquelle le parc est soumis à la vaine pâture. Toute forme de régénération est alors soumise à la fois à diverses déprédations d'origine animale ou humaine (piétinement, abroustissement, dégâts d'insectes, exploitation, feux...) mais aussi à la rigueur de la sécheresse qui peut éliminer beaucoup de plantules.

Certaines plantules, défeuillées ou réduites à leur seul système racinaire, ont pu échapper aux comptages et il est vraisemblable que les effectifs aient alors été sous-estimés. Mais ceci n'a sans doute guère affecté l'évaluation de la part relative de *Faidherbia albida* dans l'ensemble de la régénération ligneuse des parcs, ni celle de sa variation d'un site à l'autre et d'une saison sèche à l'autre.

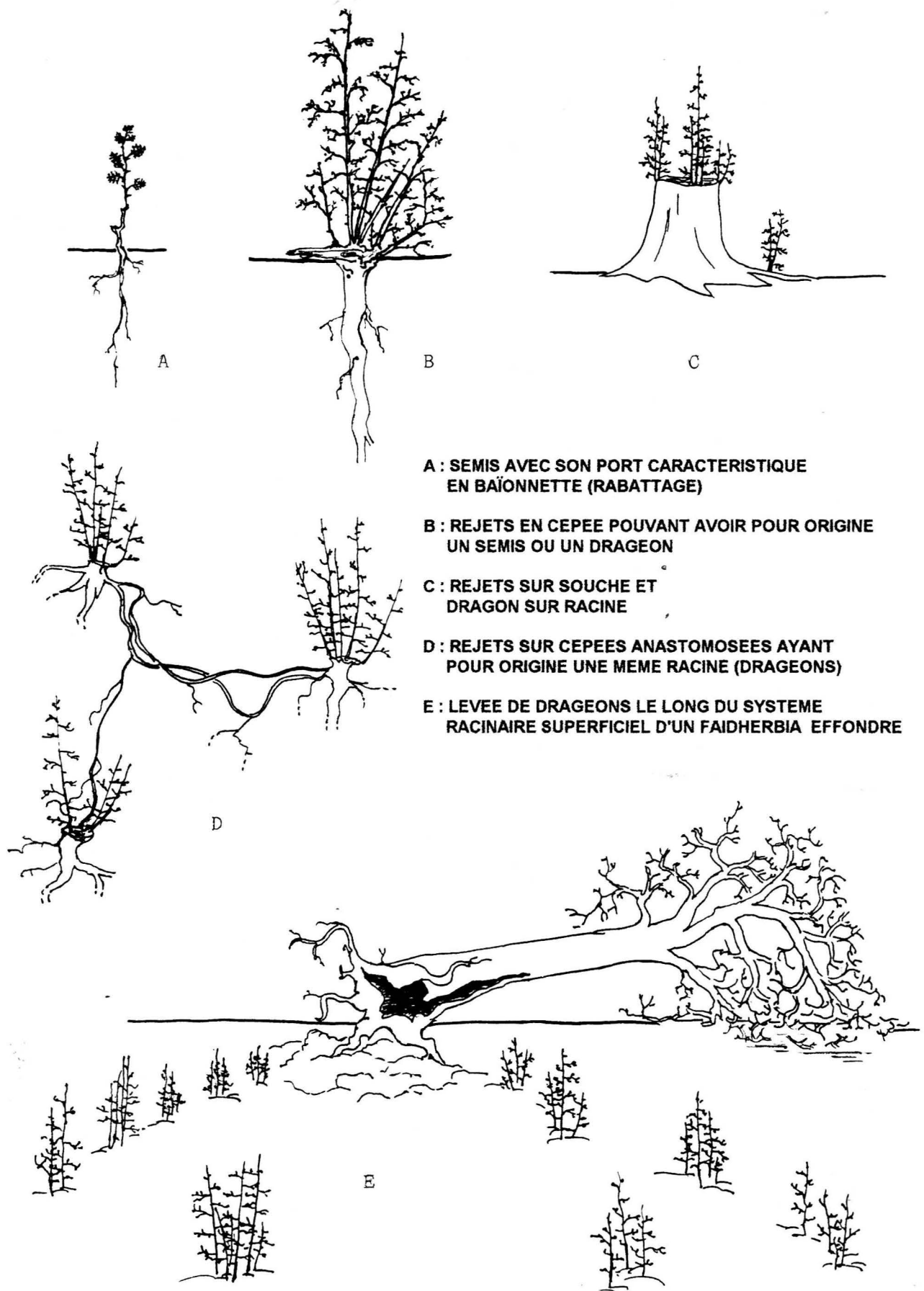
Par contre, en raison de ce qui vient d'être dit, et afin d'apprécier la variation intersaisonnière des effectifs, le second inventaire de Watinoma a été réalisé en pleine saison des pluies à une période où les sarclages éliminent ou rabattent beaucoup de régénérations.

Sur chacun des parcs de Dossi et de Watinoma, les inventaires des régénérations ont été menés sur un large échantillonnage parcellaire, représentatif des différents sites des parcs :

- sur 300 parcelles à Dossi en 1993 et 1994, distribuées en 82 et 78 parcelles sur les versants ouest et est du parc, d'une part, et 140 parcelles sur sa dépression centrale, d'autre part ;

- sur 100 parcelles à Watinoma, inventoriées au milieu de la saison sèche puis de la saison des pluies 1994 et distribuées en 50 parcelles sur hauts de versant et 50 sur bas de versant et bas-fonds.

**FIGURE 10: LES MODES DE REGENERATION DE FAIDHERBIA ALBIDA
SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA**



Un point important à préciser concerne la première série de comptage des régénérations de *Faidherbia albida*, en saison des pluies. Celle-ci a été réalisée en milieu de saison après un premier sarclage des cultures et, bien évidemment, après un nettoyage des parcelles de début de saison.

Le nombre de régénérations comptées sur chaque parcelle a été rapporté à l'hectare et comparé selon 4 classes de densité :

- 0 : aucune régénération
- 1 à 9/ha : faible régénération
- 10 à 39/ha : régénération moyenne
- 40/ha et plus : forte régénération

L'observation et le comptage des régénérations ont fréquemment été complétés d'une excavation superficielle sous le collet des plants. Ceci nous a permis de distinguer :

- les semis à l'enracinement pivotant, apparus dans l'année ou les années précédentes. Pour ces derniers, la partie aérienne montre souvent des marques de rabattage ou d'abroutissement qui résultent en un port en baïonnette caractéristique de la partie aérienne (cf. **figure 10 A**) ;

- les rejets de souche constitués soit sur la coupe récente d'un arbre, soit sur un système racinaire plus ou moins développé, au gré du rabattage des rejets (cf. **figure 10, C et B**).

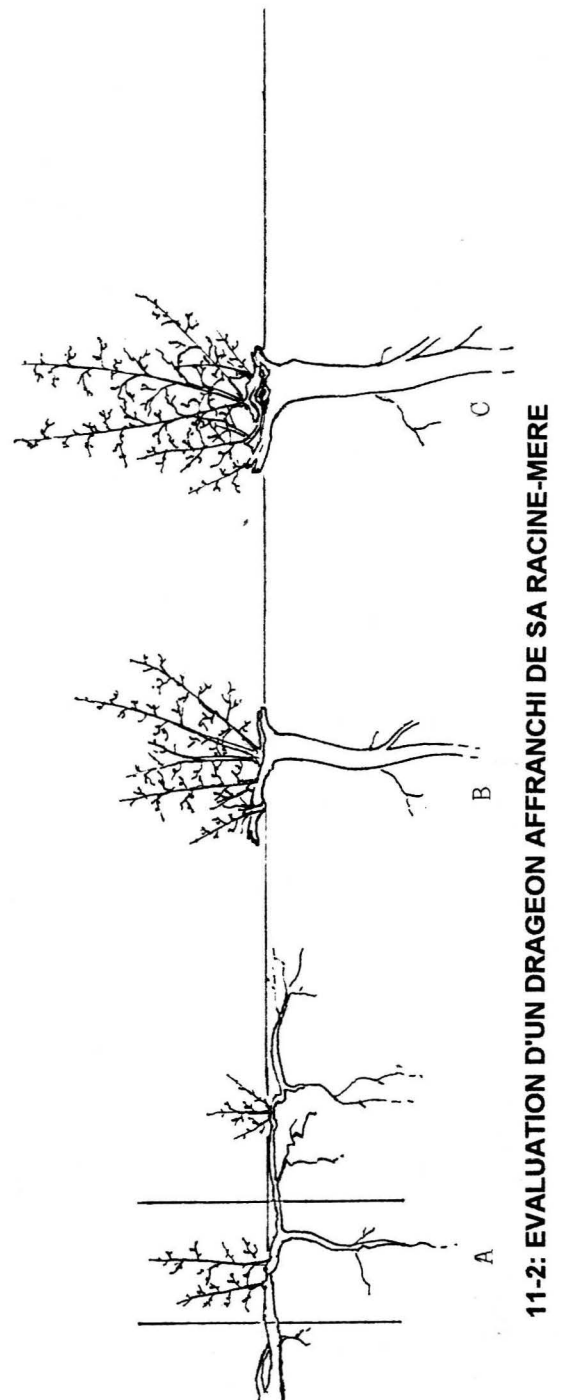
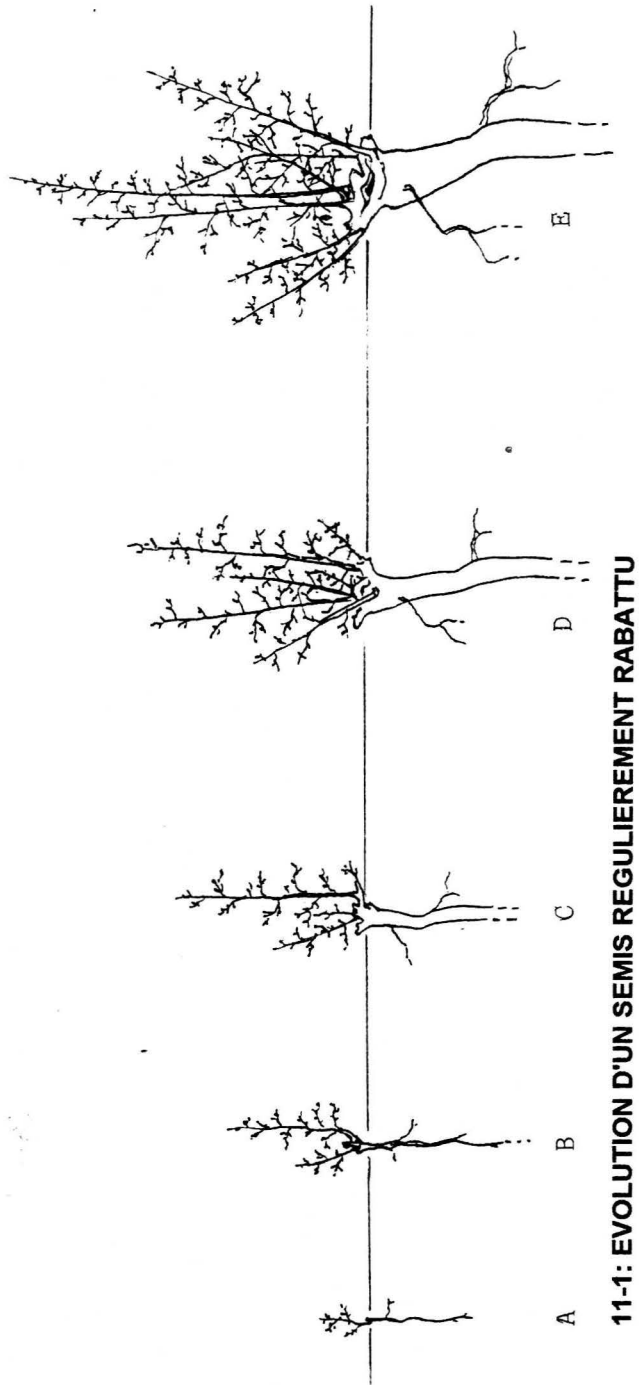
Le premier cas, bien identifiable, est assez rare car les exploitants, dans leur ensemble, répugnent à abattre des *faidherbias* sauf s'il s'agit d'arbres malades ou d'une exploitation bien ciblée (façonnage d'une échelle traditionnelle, par exemple, à Dossi).

Le second cas est l'une des formes les plus répandues de la régénération de l'espèce, à Dossi comme à Watinoma. Le rabattage annuel des cépées paraît être fait pour la plupart d'entre elles depuis de nombreuses années, en relation avec le nombre d'années d'exploitation des parcelles par les agriculteurs.

Le dégagement à la houe de tels systèmes rejetant montre un enrachement puissant, presque toujours plongeant et fréquemment surmonté au collet d'un "plateau" qui présente des tissus cicatriciels et de larges parties nécrosées ou taraudées par les insectes (cf. **figures 13 et 14**). Le centre de cette tête racinaire et, plus en profondeur, le cœur du pivot racinaire, sont souvent chancreux. Les rejets partent de sa périphérie sur les bourrelets cicatriciels ou encore à la base des précédents rejets rabattus qui présentent alors un port en baïonnette. La dimension des systèmes racinaires peut beaucoup varier : de quelques cm à 20 cm de diamètre au collet. La forme en T et l'observation du fil du bois des plateaux racinaires conduisent à faire certaines interprétations sur l'origine de cette régénération, que nous discutons en fin de ce paragraphe.

- les drageons qui pour certains apparaissent très distinctement sur une racine traçante à plus ou moins longue distance de l'arbre-mère (cf. **photographie 22**).

FIGURES 11-1 ET 11-2: REGENERATION DE FAIDHERBIA ALBIDA : EVOLUTION DE SEMIS ET DRAGEONS REGULIEREMENT RABATTUS ET CONDUITS A TERME EN CEPEES



Cette forme de régénération a été observée notamment sur les sols superficiels mais aussi sur les sols les plus hydromorphes, temporairement inondés des bas-fonds. Dans les deux cas, l'érosion qui met à nu des racines traçantes montre que la multiplication du drageonnement est principalement causée par la houe ou le soc des charrues qui blessent et parfois coupent les racines.

Il est d'ailleurs facile de vérifier le fait expérimentalement en blessant superficiellement des racines excavées : l'émission de drageons est observable en quelques jours à quelques semaines.

A Dossi, les arbres chancreux ou fragilisés qui s'effondrent ou sont éliminés (par le feu le plus souvent) se régénèrent en drageonnant massivement le long des racines superficielles rompues et affranchies de la souche-mère. Ces alignements de drageons sont très caractéristiques car ils rayonnent jusqu'à 20 à 30 m de ce qu'il reste de la souche (cf. **figure 10 E**). Ils présentent souvent un caractère envahissant (cf. **photographies 17 et 20**).

Mais l'identification de drageons n'est pas une observation facile à faire. En effet, l'attache d'un drageon sur son système racinaire-mère n'est pas toujours superficielle ; surtout, la séparation du drageon de son système racinaire-mère peut être totale et c'est cette évolution qui semble dominer le drageonnement à Dossi (cf. **photographie 23**).

La présence d'un prolongement ligneux au plateau racinaire de certaines cépées est interprétable comme le reliquat d'une racine superficielle sur laquelle se sont développés des drageons.

Mais si nous avons pu observer des formes intermédiaires de cet affranchissement du système racinaire-mère qui ne laissent pas de doute sur l'origine de la régénération, il ressort que la distinction entre les différentes formes de régénération peut être caduque ainsi que le résument les **figures 11-1 et 11-2**.

Beaucoup de semis et de drageons conduits en cépées, lorsqu'ils ne sont pas éliminés, sont donc à terme indifférenciables.

En conséquence, le nombre de drageons inventoriés doit être considéré comme sous-évalué dans la mesure où seules les tiges ou groupes de brins attachés à une racine-mère ont été pris en compte. De la même façon, le nombre de semis est vraisemblablement sous-estimé, une partie d'entre eux ayant été comptés en rejets.

Enfin, nous avons inventorié les faidherbias ayant une circonférence de 10 à 20 cm qui constituent la classe d'individus qui succèdent aux régénérations. Le rabattage des rejets d'une cépée au profit d'un baliveau de cette classe témoigne de la volonté des exploitants de régénérer leurs peuplements de faidherbias. Seuls, les brins les plus droits et les plus vigoureux sont conservés. Leur passage dans les classes supérieures de circonférence peut être acquis en une ou deux saisons (cf. **photographies 18 et 19**). Le nombre et la distribution de ces baliveaux comparés à ceux de la régénération -notamment aux rejets dont ils sont issus- sont donc révélateurs de l'attitude conservatoire des exploitants et de la dynamique des peuplements étudiés.

2.2.2. Modes, densités et variation interannuelle et saisonnière de la régénération

A Dossi, la distribution de la régénération du *Faidherbia* apparaît quasi-identique d'une saison sèche à l'autre. La densité moyenne est relativement élevée : 23 régénérations de *Faidherbia*/ha de parcelle, soit près de 5 fois la densité observée à Watinoma. La densité relevée à Dossi est proche de celle mentionnée par LOUPPE (1989) au Sénégal sur un parc où une sensibilisation à la conservation de la régénération avait été faite (19 individus/ha de moins d'1m de hauteur ou encore 22 de moins de 1,25 m correspondant aux individus susceptibles d'être à ce stade encore rabattus chaque année).

Plus de 60 % du parcellaire de Dossi contient 1 à plus de 40 régénérations/ha, tous modes confondus (cf. graphiques 71 et 72).

Bien que la régénération par semis soit ici plus abondante et plus fréquente que celle végétative, les drageons occupent cependant un quart du parcellaire.

La régénération par rejets, ou plus exactement par groupes de rejets sur souche, est la plus dense et la plus abondante (62 % de l'effectif total). Mais elle inclue, comme nous l'avons mentionné précédemment, des semis et des drageons affranchis, ayant évolué en systèmes régulièrement rabattus et il n'est pas possible de préciser quelle part revient à quel mode originel.

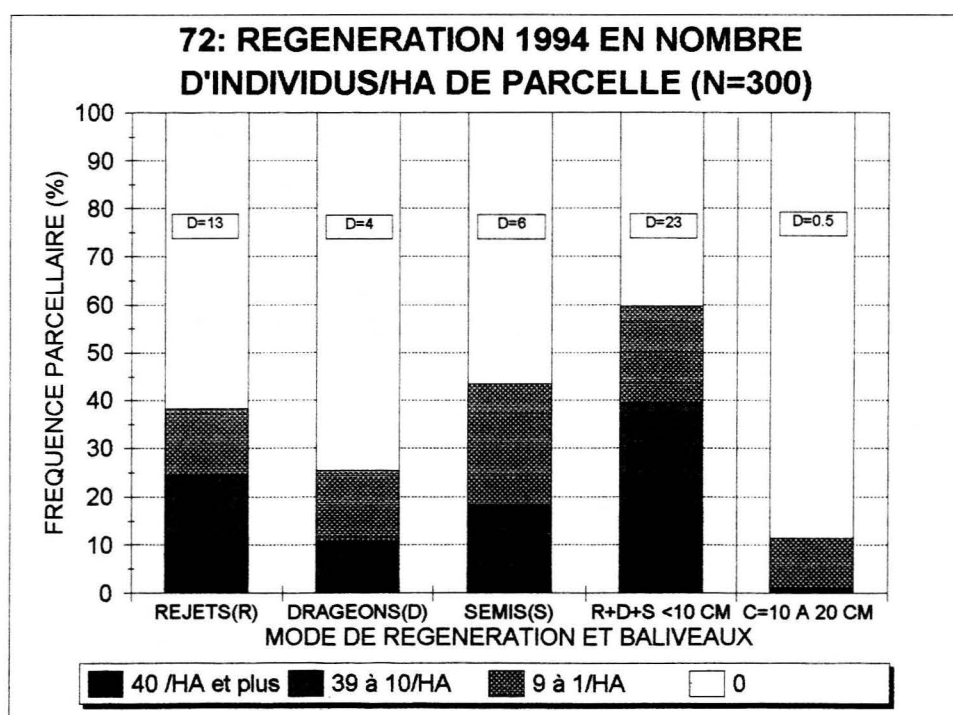
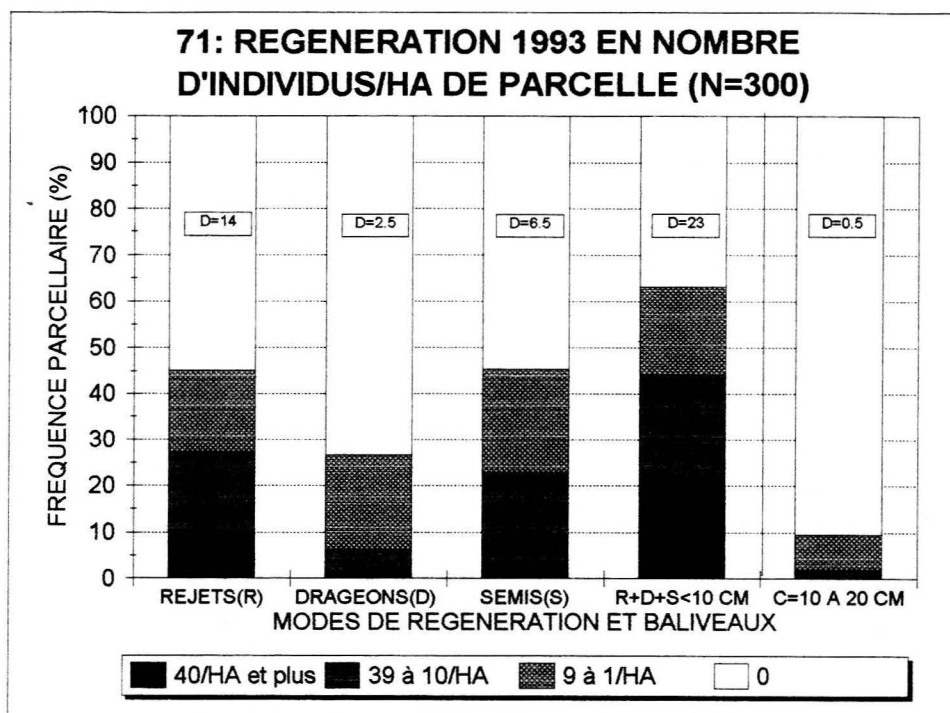
La densité par hectare de parcelle montre, tous modes de régénération confondus, que près d'une parcelle sur deux a une régénération moyennement abondante à fortement abondante (> 10 pieds/ha). Au delà de 40 pieds/hectare et parfois moins, surtout s'il s'agit de cépées rejetant vigoureusement, le paysan trouve l'espèce envahissante. Dans la plupart des cas, le remède est drastique qui consiste en un rabattage total en fin de saison sèche, parfois assorti d'un dessouchage au soc de charrue.

En fin de compte, un très petit nombre d'exploitants procède au nettoyage sélectif des cépées de leur champs afin de conserver quelques baliveaux d'une saison à l'autre. Il en résulte une très faible densité (1 baliveau/2 ha). Cette densité correspond à celle enregistrée ailleurs par LOUPPE (op. cité) pour qui les individus de 1,75 à 2,75 m de hauteur inventoriés ($d = 0,8$) sont encore très exposés aux rabattages alors qu'au delà de cette classe, la conservation paraît acquise. C'est ce qui ressort également du suivi des baliveaux et de leur croissance analysés au chapitre suivant.

En outre, à Dossi, seule une parcelle sur dix compte des baliveaux susceptibles de contribuer au renouvellement du parc. Les densités dépassent rarement 10 baliveaux/ha, quelque soit l'année observée, sur les parcelles où sont conservées ces tiges.

A Watinoma, quelque soit la saison, la régénération de *Faidherbia albida* est caractérisée par une faible densité (5 à 6 individus/ha) (cf. graphiques 73 et 74). Elle est à 80 % dominée par les rejets avec des variations importantes selon la saison. Mais si les semis et les drageons ne rassemblent qu'un faible effectif, là encore, il convient de rappeler que les rejets sont essentiellement issus de drageons et de semis dont la part respective est très difficile à apprécier.

GRAPHIQUES 71 ET 72 : REGENERATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LE PARC DE DOSSI : VARIATION DES DENSITES ET FREQUENCES PARCELLAIRES SELON LE MODE ET L'ANNEE



D=DENSITE MOYENNE D'INDIVIDUS/HA DE PARCELLE

La différence avec Dossi s'exprime également par une médiocre occurrence parcellaire et une moindre amplitude de la variation de la densité des régénérations de *faidherbia* : 60 % du parcellaire ne compte pas de régénération et rares sont les parcelles ayant plus de 40 pieds/ha. L'envahissement de surfaces importantes par des rejets ou des drageons de *faidherbia* n'a jamais été observé à Watinoma.

Pour la variation de la densité et de la fréquence parcellaire, selon le mode et la saison, l'interprétation suivante peut être donnée :

- les cépées, rabattues en saison des pluies, -pour certaines jusqu'au collet- rejettent et réapparaissent en plus grand nombre en saison sèche (+ 37 % en nombre absolu, sur la même surface et sur un nombre un peu plus élevé de parcelles) ;
- à l'inverse, l'effectif et l'occurrence parcellaire des semis diminuent en saison sèche (-55 % en nombre absolu). Dessèchements, piétinement et abroustissement des plantules en sont les principales causes observées. Il en va de même des drageons, les plus jeunes pousses à l'enracinement superficiel étant les plus vulnérables.

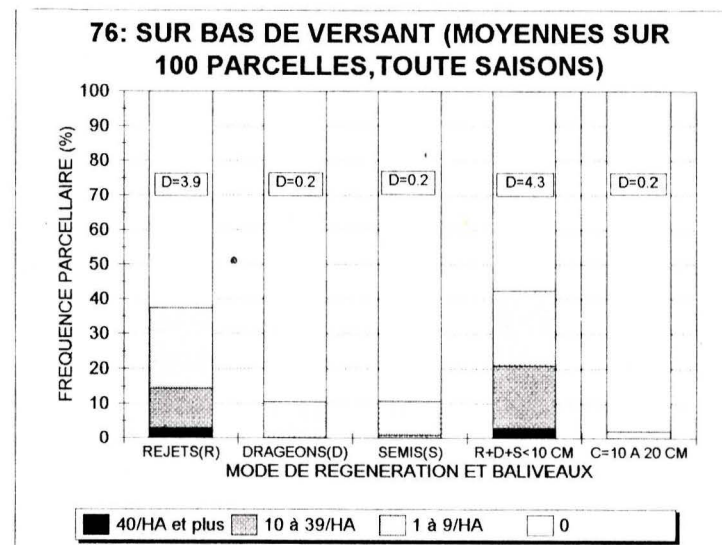
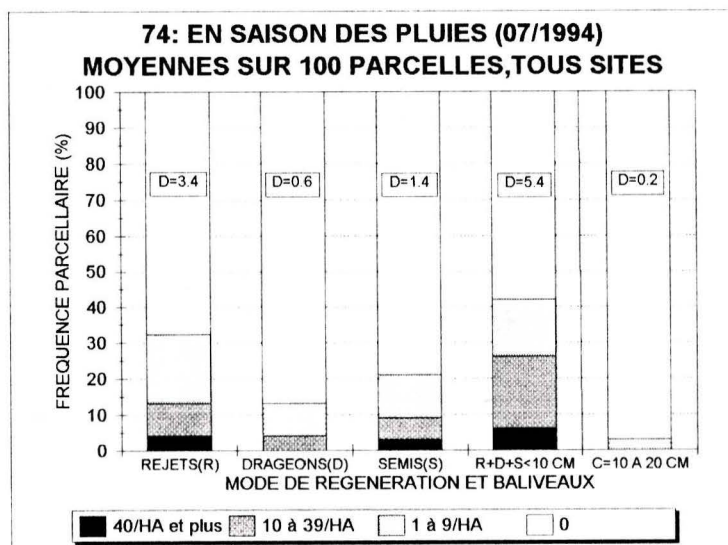
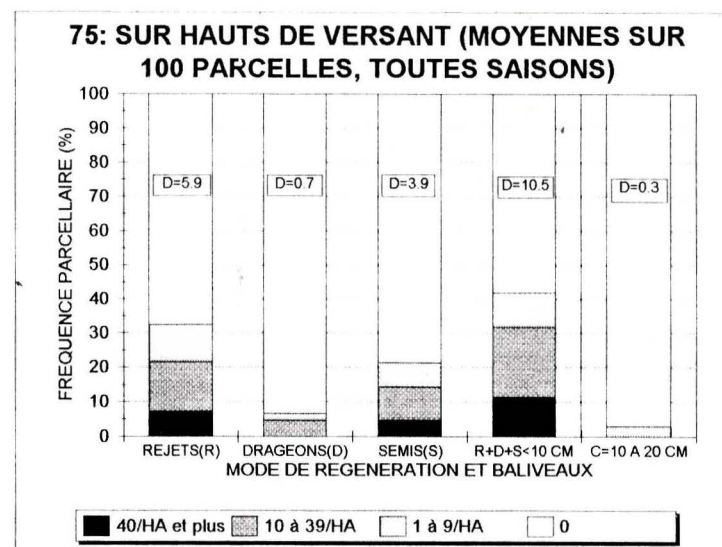
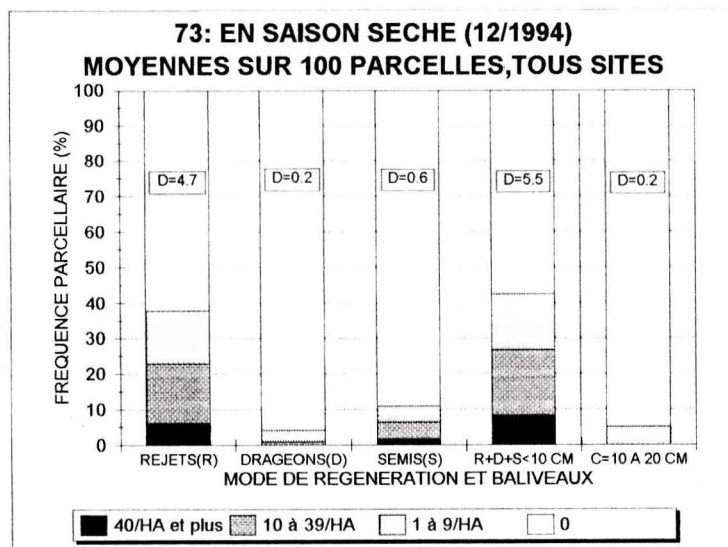
Corrélativement à cette médiocre régénération du *faidherbia*, on observe que la classe des baliveaux qui succède à celle de la régénération a de très faibles effectifs. Comme à Dossi, la sélection de tels brins ne concerne qu'une petite proportion de parcelles (< 5 %) et pose la question du renouvellement du parc à *faidherbia*.

2.2.3. Variations en fonction du site et des facteurs associés

Sur le parc de Dossi, la fréquence parcellaire et le nombre de régénérations varient assez fortement entre les 3 sites et notamment entre les versants et la partie centrale du parc, partie la plus humide ou s'étendent des vertisols. Sur ces sols, nous l'avons vu dans l'analyse de la structure du parc, les densités sont toujours très faibles et, de plus, la plupart des parcelles n'ont aucun *faidherbia*. Il en va de même de la régénération de l'espèce. Moins d'une parcelle sur deux porte des régénérations et les densités les plus fortes (> 40 pieds/ha) y sont très rares (cf. graphiques 77 à 79).

Quant au nombre de parcelles ayant des baliveaux de 10 à 20 cm de circonférence, il est au centre du parc plus faible qu'ailleurs. Aucun baliveau n'a d'ailleurs été inventorié sur les sols vertiques bruns eutrophes à hydromorphie généralisée.

A l'inverse, les sols les mieux drainés, sur versants, -qui excluent ici les sols les plus superficiels des parties hautes- portent les plus fortes densités de régénérations de *faidherbia*. Les rejets et les semis abondent en particulier sur le parcellaire du versant oriental où dominent les sols ferrugineux tropicaux lessivés plus ou moins indurés. Sur ce versant, plus de 80 % du parcellaire compte des régénérations de *faidherbia*. Les rejets y abondent plus qu'ailleurs, présentant localement un caractère envahissant.



D=DENSITE MOYENNE D'INDIVIDUS/HA DE PARCELLE

Trois types de facteurs associés au facteur site contribuent aux différences observées entre la dépression centrale et les versants :

- la nature des sols, notamment leur profondeur, et leur hydromorphie :
 - . le caractère superficiel des sols des versants est un facteur favorisant un développement racinaire traçant et, de fait, le drageonnement. Une large part des rejets inventoriés pourrait en être issu. Toutefois, le caractère traçant du système racinaire de *Faidherbia albida* est également commun aux sols profonds et frais du centre du parc ;
 - . l'hydromorphie apparaît comme un autre facteur limitant la survie et le bon développement de la régénération. Sur les sols les plus engorgés d'eau, temporairement inondés, les graines et les jeunes semis pourrissent ou flétrissent. La permanence d'une nappe d'eau proche du sol est sujette à faire obstacle au système racinaire et à son développement en profondeur. C'est ce que nous avons observé à plusieurs reprises tant à Dossi qu'à Watinoma sur des arbres adultes de bas-fonds présentant des racines superficielles dégagées par l'érosion sur 20 à 30 cm de profondeur du sol ;
- l'aptitude du *faidherbia* à se régénérer par drageonnement et, liée à celle-ci,
- l'ensemble des facteurs d'aménagement qui peut favoriser la régénération, végétative ou sexuée ou, au contraire, la réduire, voire totalement l'éliminer (cf. par. 2.2.5.).

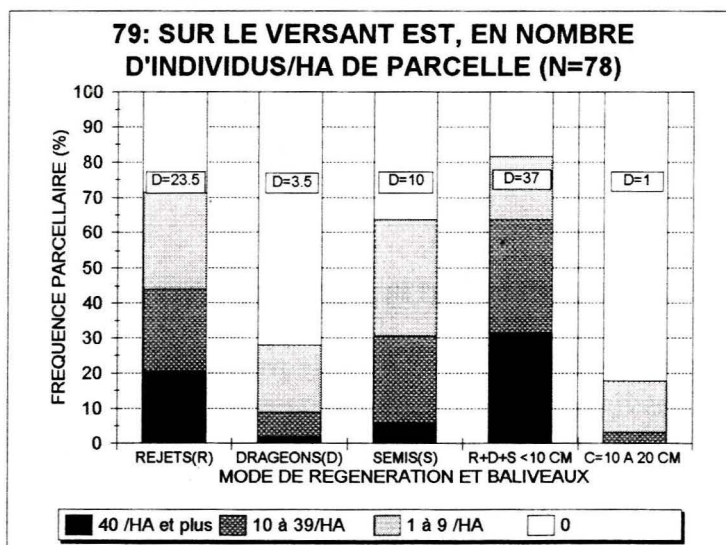
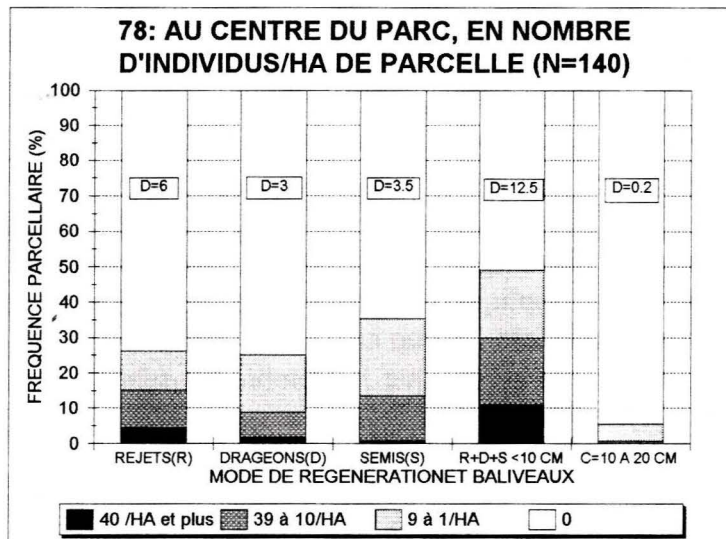
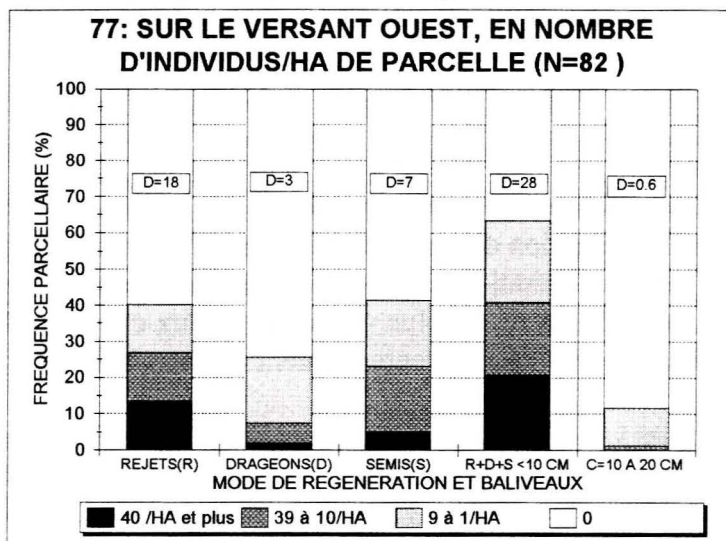
La différence de fréquence et de densité de régénérations de *faidherbia* entre les versants ouest et est pourrait également être liée à la nature des sols, ferrugineux sur le versant est, avec induration ou cuirassement à faible profondeur, et colluviaux, moyennement profonds, à l'ouest. Mais ce n'est pas la seule raison.

En effet, au sud du village, sur le versant est, on observe des champs dépourvus de *faidherbias* adultes mais envahis de rejets et de drageons. Selon l'un des exploitants interrogés, l'exubérance de cette régénération, régulièrement rabattue depuis près de 10 ans, date précisément de la disparition de gros semenciers âgés qui ont été abattus ou se sont écroulés. Leur disparition a été accompagnée d'une levée massive de drageons sur la quasi-totalité de la superficie du champ.

Par l'inventaire sur 100 m² représentatifs de ce champ et l'extraction de 20 échantillons, avec leur système racinaire, on a relevé :

- une densité de plus de 7 000 cépées/hectare, chaque cépée comptant 1 à 7 rejets ou drageons encore apparents (hauteur et circonférence moyennes : 88 et 3,5 cm) ;

**GRAPHIQUES 77 A 79: REGENERATION DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI: VARIATION
DES DENSITES ET FREQUENCES PARCELLAIRES
SELON LE MODE ET LE SITE (MOYENNES 1993-94)**



D=DENSITE MOYENNE D'INDIVIDUS/HA DE PARCELLE

- de nombreuses anastomoses racinaires dans les 30 premiers cm du sol reliant 2 et parfois 3 cépées entre elles (cf. **figure 10 D**). Si les systèmes déracinés ne présentaient pas tous ce type de développement racinaire, la plupart étaient cependant munis d'une racine pivotante sur au moins 2 mètres de profondeur. Le système racinaire dominant est donc ici mixte.

D'après l'exploitant de ce champ, le labour à la charrue pourrait avoir favorisé la multiplication et l'individualisation des drageons. Plutôt qu'un rabattage systématique et réitéré à chaque saison de cette régénération, cet exploitant a finalement opté pour la reconstitution d'un parc en sélectionnant les brins les plus vigoureux. Ceux-ci exercent un effet de tire-sève sur les plus petits rejets et les cépées éventuellement anastomosées (cf. **photographie 21**).

A Watinoma, les variations de site appellent des observations similaires : les parcs de hauts de versant ont des densités de régénérations en *Faidherbia* 2 fois plus élevées que sur bas de versant et bas-fonds (cf. **graphiques 75 et 76**). Au sein de ce dernier site, les rejets sont plus fréquents et plus abondants sur les parcelles de bas de versant qu'en bordure des bas-fonds. Sur la partie inondable du site, on compte plus de drageons que dégage l'érosion en ravine.

Quelque soit le site, les densités de régénérations sont faibles. Elles ne sont localement plus fortes que sur 12 % des parcelles de hauts de versant qui comptent plus de 40 régénérations à l'hectare, parfois plusieurs centaines. Il s'agit alors principalement de semis. Ces concentrations de semis, très inégalement distribuées, correspondent aux quantités plus ou moins importantes de fumier appliquées sur les champs de case et de village du site et donc aux graines que ce fumier contient, ce que nous détaillons au paragraphe suivant. On relève que ce n'est qu'en saison des pluies que le nombre de semis des hauts de versant est équivalent à celui des rejets (densité = 3 à 4).

La densité de semis est encore plus faible et plus disparate, sur les bas de versant et bas-fonds (0,2 pieds/ha). L'effet de la charge animale est sans doute à l'origine d'une très forte réduction du nombre des semis et des drageons (abroutissement, piétinement).

Enfin, à Watinoma, les baliveaux de 10 à 20 cm de circonférence sont aussi peu abondants et fréquents sur hauts de versants qu'en bas de versant et bas-fonds (densités : 0,3 et 0,1 individu/ha).

2.2.4. La part de *Faidherbia* dans la régénération ligneuse des parcs

La régénération de *Faidherbia albida*, sur le parc de Dossi, constitue environ 56 % de toutes les régénérations ligneuses inventoriées (moyenne 1993-94). Cette fraction équivaut celle de la composition floristique établie sur l'effectif total ligneux de circonférence > 10 cm.

Au total, la régénération est composée de près de 40 espèces ligneuses, distribuées sur 70 % du parcellaire.

La régénération ligneuse est floristiquement plus riche sur les versants qu'au centre (34 espèces contre 26). Cette richesse est le fait des jachères plus nombreuses et plus longues sur les versants.

A la différence des autres espèces, la part de *Faidherbia* varie relativement peu d'un site à l'autre ainsi qu'il ressort des **graphiques 80 à 82** :

- la régénération en *Faidherbia* représente 52 à 60 % de l'effectif total ;
- le nime (*Azadirachta indica*), les acacias, *A. sieberiana* et *A. polyacantha* et *Securinega virosa* sont respectivement à l'ouest, au centre et à l'est du parc, les espèces à la régénération la plus abondante.
Le nime est particulièrement abondant localement, au sud du parc où il a envahi certains champs. Les deux acacias mentionnés sont fortement représentés le long des drains et sur les parcelles laissées en jachère. Quant à *Securinega virosa*, arbuste grégaire, il est systématiquement rabattu lors de la mise en culture. Il abonde sur les parcelles laissées en jachère, en périphérie du parc ;
- la part du manguier (*Mangifera indica*) n'est pas négligeable au centre et à l'est du parc ; elle préfigure la substitution faite par endroits aux dépens du *Faidherbia*. Il s'agit là essentiellement de jeunes plants greffés, plantés dans la saison ;
- le raisinier (*Lannea microcarpa*), le karité (*Butyrospermum paradoxum*) et le néré (*Parkia biglobosa*) sont les fruitiers sauvages à la régénération la plus fréquemment observée. La relative abondance de ces régénérations est en accord avec l'effectif d'individus adultes inventoriés.

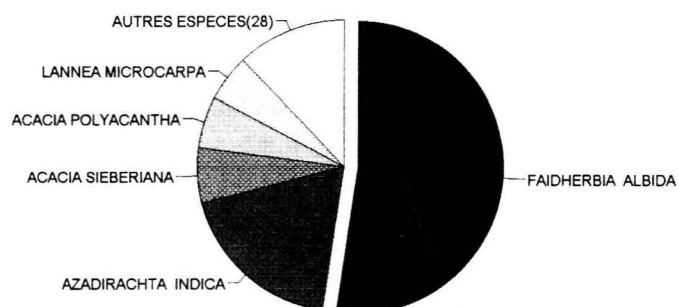
On trouvera en **annexe 31** la liste complète des régénérations ligneuses, par espèce et par site, en nombre et en pourcentage.

A Watinoma, à la différence de Dossi et à l'instar de la distribution floristique des strates arborée et arbustive des parcs, la régénération ligneuse apparaît très composite dominant dans tous les cas *Faidherbia albida* qui ne représente que 5 à 10 % des effectifs (cf. **graphiques 83 à 86**) :

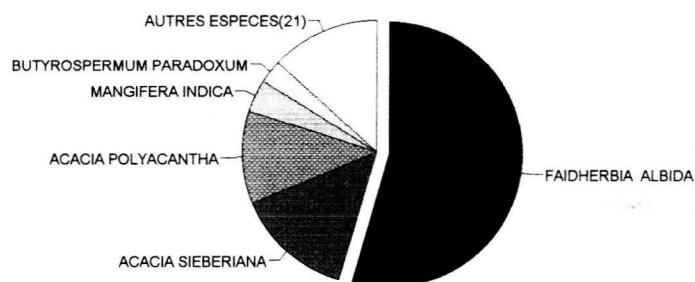
- le facteur site ne modifie pas la contribution de *Faidherbia* dans les effectifs totaux. Par contre, il différencie floristiquement la régénération ligneuse. Les bas de versant et bas-fonds comptent 34 à 43 espèces selon la saison, contre 21 à 28 pour les hauts de versant (cf. **annexe 32**). La régénération ligneuse est dominée par un petit nombre d'espèces généralement représentatives de la composition floristique des sites :

GRAPHIQUES 80 A 82: PART RELATIVE DE FAIDHERBIA ALBIDA DANS LA REGENERATION LIGNEUSE DU PARC DE DOSSI SELON LE SITE (MOYENNE 1993-94)

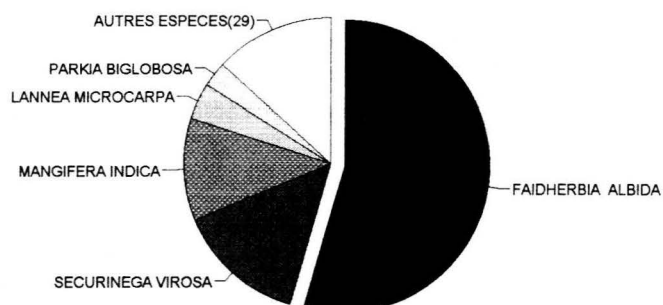
**80: REGENERATION SUR LE VERSANT OUEST
(N=2187 SUR 82 PARCELLES INVENTORIEES)**



**81: REGENERATION AU CENTRE DU PARC
(N=1634 SUR 140 PARCELLES INVENTORIEES)**



**82: REGENERATION SUR LE VERSANT EST
(N=2419 SUR 78 PARCELLES INVENTORIEES)**



. *Piliostigma reticulatum*, *Azadirachta indica*, les combretacées, *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*, et *Acacia nilotica* var. *adansonii* sur hauts de versant ;

. *Piliostigma reticulatum*, *Ziziphus mauritiana*, et à nouveau, les combretacées citées auxquelles s'ajoute *Terminalia avicennioides*, sur bas de versant et bas-fonds.

- le facteur saison fait apparaître de plus fortes variations que le facteur site, tant sur le plan des effectifs que sur celui de la contribution spécifique du *Faidherbia* et de certaines espèces à la régénération ligneuse :

. les effectifs totaux passent d'un facteur 1 à 3 entre la saison des pluies et la saison sèche, quelque soit le site. L'augmentation s'accompagne d'un enrichissement floristique. Cette variation est le fait des rabattages de rejets et de l'élimination de beaucoup de semis par les sarclages en saison des pluies. La reprise de croissance des rejets est souvent massive en début de saison sèche comme c'est le cas pour *Azadirachta indica* et les combretaceae sur hauts de versant, et *Piliostigma reticulatum* et *Ziziphus mauritiana*, en aval. A l'inverse, des espèces telles que le baobab (*Adansonia digitata*) et le raisinier (*Lannea microcarpa*), préservées par les exploitants, disparaissent en nombre au cours de la saison sèche ;

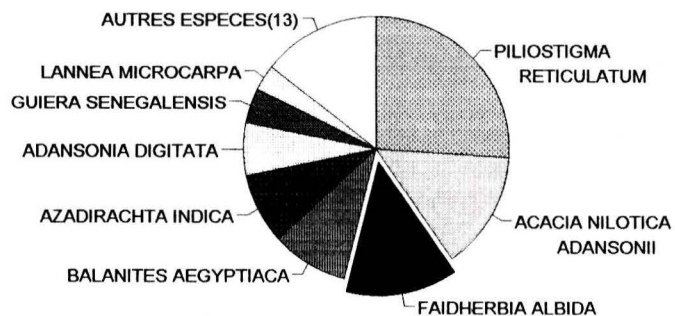
. la part relative de *Faidherbia albida* diminue de moitié mais, dans l'absolu, elle est équivalente et même augmente, nous l'avons vu précédemment, en ce qui concerne les rejets.

2.2.5. Effet des facteurs humains et d'aménagement sur la régénération du *Faidherbia* et des autres espèces

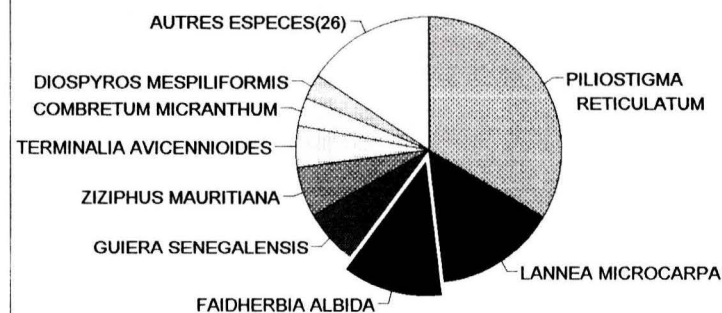
La variation du nombre de régénérations inventoriées sur le parcellaire des parcs étudiés ne peut être expliquée par les seuls effets de site. En effet, au sein d'un même site, sur l'ensemble des parcelles contenant un nombre équivalent de semenciers, le nombre de régénérations de *Faidherbia* peut varier d'un facteur 1 à 50. De la même façon, on observe que le nombre de baliveaux conservés peut beaucoup varier entre un exploitant et son voisin. Ces différences expriment généralement des choix délibérés d'aménagement et il suffit d'observer l'élimination des rejets lors de la préparation des champs pour s'en convaincre.

Afin de déterminer le degré de relation existant entre la régénération et les facteurs humains ou d'aménagement, on a corrélé :

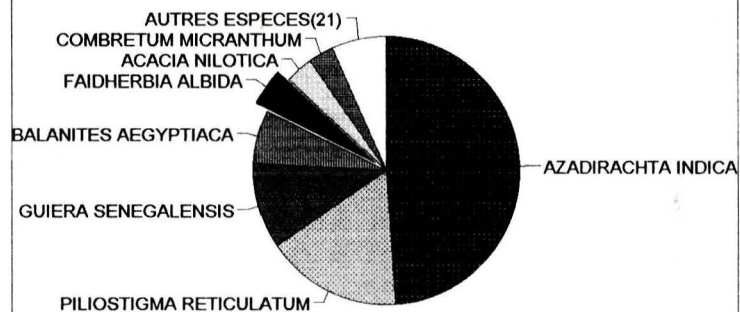
**83: EN SAISON DES PLUIES (07/1994)
SUR LES PARCS DE HAUTS DE VERSANT
(N=841 SUR 50 PARCELLES)**



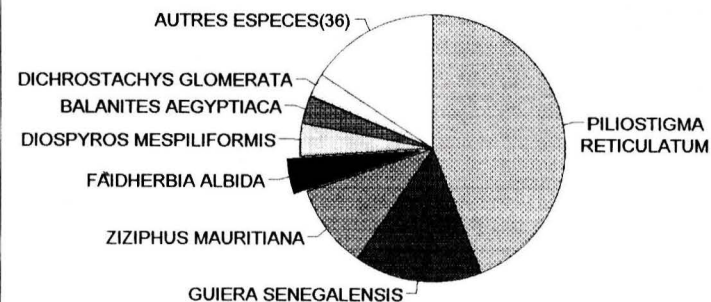
**84: EN SAISON DES PLUIES (07/1994)
SUR LES BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS
(N=1165 SUR 50 PARCELLES)**



**85: EN SAISON SECHE (12/1994)
SUR LES PARCS DE HAUTS DE VERSANT
(N=2850 SUR 50 PARCELLES)**



**86: EN SAISON SECHE (12/1994)
SUR LES BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS
(N=3883 SUR 50 PARCELLES)**



- le nombre de régénérations à l'âge des exploitants, en supposant qu'à l'échelle d'une à deux générations d'exploitants, l'évolution des mentalités et des techniques, parallèlement à la perte de traditions et de savoir-faire en matière de gestion des parcs, pouvait avoir un effet dépressif sur la conservation et le renouvellement des peuplements de *Faidherbia* ;
- le nombre de régénérations au mode de travail du sol, en faisant l'hypothèse que la mécanisation pouvait avoir un effet d'élimination plus conséquent que le simple labour à la houe ;
- le nombre de régénérations à la pratique de fumer les champs en faisant ici l'hypothèse que la fréquence de celle-ci pouvait améliorer la régénération sexuée de l'espèce, du fait de l'abondance de graines contenues dans le fumier, à Watinoma comme à Dossi.

2.2.5.1. Régénération en fonction de l'âge des exploitants

En ce qui concerne la relation entre l'âge des exploitants et le nombre de régénérations de *Faidherbia albida*, aucune signification statistique n'a pu être établie en raison de fortes variabilités affectant les tendances observées.

Cependant, à Dossi, un effet de l'âge des exploitants sur la régénération de *Faidherbia albida*, mais aussi sur le nombre de baliveaux et sur la régénération des autres espèces a pu être mis en évidence en distribuant l'âge des exploitants en 3 classes correspondant aux 3 régénérations exploitant les parcs (cf. **tableaux 42-1 et 42-2**).

Ainsi, on observe une tendance bien différenciée entre, d'une part, la classe des jeunes agriculteurs (21-40 ans) et celles de leurs aînés. Ces derniers montrent une attitude plus conservatrice vis-à-vis de la régénération de *Faidherbia* tant au niveau de son occurrence parcellaire que de ses effectifs. La différence est particulièrement marquée pour les baliveaux de *Faidherbia* singulièrement absents des parcelles cultivées par les plus jeunes agriculteurs. Mais, dans tous les cas, le nombre de baliveaux conservés par hectare est bas.

Pour ce qui concerne la régénération des autres espèces, les résultats sont plus mitigés : sa fréquence parcellaire est plus forte chez les exploitants les plus âgés mais le nombre médian de régénérations par parcelle est similaire. S'agissant, pour la plus grande part de l'effectif, d'espèces qui ne sont pas conservées en parc, les variations résultent sans doute plus du nettoyage des parcelles que de stratégies conservatoires.

A Watinoma, les fréquences de conservation de la régénération du *Faidherbia* apparaissent irrégulièrement distribuées par rapport à l'âge des exploitants. Les plus jeunes en préserveraient plus que leurs parents et autant que leurs grands-parents. Le fait est qu'ils

répondent favorablement aux conseils techniques de l'encadreur agricole du CRPA⁵, du Projet CES/AGF⁶ et de leur Chef qui a beaucoup fait depuis une génération pour promouvoir *Faidherbia albida*. Mais ils sélectionnent aussi peu de brins de faidherbias que leurs aînés ; l'occurrence et les effectifs de baliveaux sont aussi faibles, quelque soit l'âge.

TABLEAUX 42 : EFFET DE L'AGE DES EXPLOITANTS SUR LA REGENERATION DE FAIDHERBIA ALBIDA ET DES AUTRES ESPECES LIGNEUSES SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA (INVENTAIRES 1993-94)

42-1- A DOSSI :

CLASSES D'AGE (ans)	ECH. (n)	REGENERATION DE FAIDHERBIA (C < 10 CM)		BALIVEAUX DE FAIDHERBIA (C = 10 A 20 CM)		AUTRES ESPECES (C < 10 CM)	
		Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (1)	Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (2)	Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (3)
21-40	53	43	12	2	2	53	13
41-60	102	66	18	13	2	75	12
61-80	57	70	22	16	2	88	12

42-2- A WATINOMA :

CLASSES D'AGE (ans)	ECH. (n)	REGENERATION DE FAIDHERBIA (C < 10 CM)		BALIVEAUX DE FAIDHERBIAS (C = 10 A 20 CM)		AUTRES ESPECES (C < 10 CM)	
		Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (1)	Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (2)	Occurrence (% parcelles)	Nombre médian (3)
21-40	99	52	12	5	2	95	11
41-60	107	29	10	4	3	94	7
61-80	52	48	7	2	1	96	8

ECH = Echantillon d'exploitants ; C = Circonférence à la base

(1) Nombre de rejets, drageons et semis/ha de parcelle portant des régénérations

(2) Nombre de baliveaux conservés par les exploitants/ha de parcelle en portant

(3) Effectif de toutes régénérations d'espèces autres que faidherbia en nombre/ha de parcelle en portant.

⁵Centre Régional de la Promotion Agricole.

⁶Programme Spécial de Conservation de l'Eau et du Sol et d'Agroforesterie pour le Plateau Central.

Pour les autres espèces, on observe que la régénération est aussi fréquente sur les parcelles des jeunes exploitants que sur celle de leurs aînés, s'agissant principalement d'espèces arbustives. L'abondance est encore ici du côté des plus jeunes agriculteurs.

2.2.5.2. Effet du mode de travail du sol sur la régénération

Pour le travail du sol, tant à Watinoma qu'à Dossi, le mode (manuel/mécanisé) ne différencie pas la fréquence ni l'abondance de la régénération. Autant la houe que la charrue élimine les régénérations. Mais, en raison de la difficulté de préciser la part relative des drageons, on ne peut dire si le soc des charrues constitue un facteur de multiplication ou d'élimination de ce mode de régénération.

A Dossi l'occurrence du drageonnement du *faidherbia* et de la mécanisation des sols est fréquente. Une relation de cause à effet a été mentionnée par certains exploitants mais d'autres facteurs, tel que le caractère superficiel des sols, concourent certainement à déterminer cette relation.

Celle-ci est d'autant plus délicate à déterminer que le travail mécanique du sol est une pratique irrégulière. Elle n'est pas systématiquement répétée d'une année à l'autre, dépendant de la disponibilité du matériel agricole réservé en priorité aux champs de brousse. Mais, d'après nos observations, une remise en culture mécanisée après quelques années de jachère sur des sites où les systèmes racinaires superficiels abondent, semble favoriser le drageonnement (cf. **photographie 17**).

Dans tous les cas, les effets de drageonnement ne sont pas recherchés alors que le soc d'une charrue sera toujours mis à profit pour dessoucher cepées et drageons, avec beaucoup plus d'efficacité qu'une simple houe comme nous l'avons souvent constaté.

2.2.5.3. Régénération en fonction de l'application de fumier

La même difficulté d'interprétation vaut pour les applications de fumier, irrégulièrement faites dans le temps et très inégales en quantité d'une saison à l'autre. En conséquence, les quantités de graines de *faidherbia* contenues dans le fumier de bétail peuvent beaucoup varier. De plus, s'agissant ici de mettre en relation les semis issus de ces graines et l'application de fumure, il convient de rappeler qu'à la date du comptage des semis (juillet 94), un premier sarclage avait déjà été réalisé en éliminant sans doute beaucoup.

A Dossi, en raison de biais intervenus dans le comptage des régénérations sur les champs fumés et non fumés, les résultats n'ont pu être interprétés.

On ne peut ici que rappeler que le fumier contient beaucoup plus de semences que celui de Watinoma du fait de l'abondance de la production fruitière.

Il en résulte une régénération sexuée plus abondante qu'à Watinoma.

On remarquera cependant que la partie centrale du parc, la plus fumée et qui compte le plus de semences extraites du fumier, n'est pas celle qui enregistre le plus de régénérations par voie sexuée. Bien au contraire, la densité y est 2 à 3 fois inférieure qu'ailleurs même si l'on fait abstraction de l'unité de sols vertiques sur lesquels toute forme de régénération s'installe difficilement. Ceci laisse donc supposer que le taux d'élimination y est particulièrement élevé. S'agissant du site mis en culture avec le plus de permanence, on peut en conséquence conclure qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre la fréquence ou l'intensification de la culture et l'abondance de la régénération sexuée. Cette tendance régressive de la régénération du parc traduit-elle une évolution des mentalités et des pratiques d'aménagement pouvant compromettre à terme la survivance du parc ? Nous préciserons notre interprétation en conclusion à ce chapitre.

A Watinoma, la régénération sexuée est peu abondante et sa distribution, dans le temps et l'espace, très hétérogène :

. le fumier et, de façon générale, la fumure organique, intéresse principalement les champs de case et de village, près des concessions, sur le site des hauts de versant. Quantités et fréquences y sont cependant très irrégulièrement appliquées. Les bas de versant sont très peu fumés et les bas-fonds ne le sont pas du tout. Sur ces derniers, toute fumure laissée par le bétail comme tout résidu de culture est généralement emporté par l'eau ou, pour le moins, déplacé par les crues successives au cours de la saison des pluies. Beaucoup de graines sont vraisemblablement emportées en aval du site alors que d'autres s'accumulent avec les débris sur des zones de sédimentation (cf. **photographie 28**). Quant aux semis nés dans le bas-fonds, il est probable que très peu d'individus survivent à des crues de plusieurs jours à plusieurs semaines, fréquentes à Watinoma.

La dissémination des graines de *faidherbia* par le bétail ou, indirectement, via l'homme est donc très inégale d'un site à l'autre. Elle l'est également sur un même site, d'une parcelle à l'autre, dépendante des quantités de fumier appliquées.

C'est ce qui ressort du **graphique 68** (cf. paragraphe 2.1.2.). La régénération sexuée du *faidherbia* est plus abondante sur les parcelles ayant été fumées. A l'inverse, de façon plus marquée, les parcelles sans fumier n'ont pas de semis. Les parcelles de hauts de versant ont les fréquences et les densités les plus élevées en semis (densité moyenne = 35 semis/ha contre 5 pour les parcelles fumées du bas de versant). 73 % des parcelles de bas de versant, pour la plupart non fumées⁷ n'ont pas de semis.

Entre ces deux tendances dominantes, on trouve des parcelles fumées sans semis et non fumées avec semis. Cette situation peut résulter des sarclages pour le premier cas et d'un apport de graines par le bétail parcourant le parc, dans le second cas. C'est pourquoi la corrélation établie entre semis et l'application de fumier est mal déterminée ($R = 0,48$) bien que la régression soit très hautement significative⁸.

⁷Sans fumier mais éventuellement fumées en NPK, urée, voire compost.

⁸Avec un risque $\alpha = 5 \%$

2.2.5.4. Effet des jachères et des aménagements anti-érosifs

A Dossi, la multiplication des jachères brèves, d'un an ou deux sur les versants, en périphérie du parc, peut initialement favoriser la régénération de *Faidherbia albida*. Durant cette période, les rejets et drageons, non rabattus, bénéficient des arrière-effets du labour du sol et des derniers sarclages. Les semis, dans la mesure où l'herbe n'a pas totalement envahi les surfaces, y sont également préservés. Par contre, dès que la jachère est plus longue, la régénération en *faidherbia* tend à disparaître. La concurrence adventice et les feux, alimentés par la biomasse herbacée, lui sont particulièrement néfastes.

Les jachères courtes sont actuellement les plus fréquentes. Elles favorisent donc la multiplication de *Faidherbia albida* ; mais la tendance étant à l'allongement de la durée de ces jachères et au retour à la brousse de certaines parcelles, la régénération y sera définitivement compromise comme c'est le cas sur les parcelles périphériques abandonnées depuis 10 à 20 ans.

L'aménagement des versants en terrasses et cordons de pierres favorise le piégeage de graines, leur levée rapide et leur bonne croissance du fait des apports hydriques et organiques qui s'y concentrent. Il n'est pas rare d'observer des alignements de semis entre les pierres isohypses, mais aussi de jeunes *faidherbias* et d'autres espèces qui ont échappé aux sarclages.

Des rejets et, plus fréquemment encore, des drageons, y ont été observés car les racines superficielles des arbres sont souvent intégrées à la construction des terrasses et à leur maintien sans que l'exclusive revienne au seul *faidherbia*.

La conservation d'arbres ou d'arbustes peut ici apparaître moins contraignante et même être recherchée par certains exploitants pour borner leur parcellaire.

A Watinoma, le long des cordons pierreux des hauts de versant, nous avons pu observer ponctuellement des régénérations de *faidherbia* et surtout d'autres espèces en amont des dispositifs anti-érosifs. Mais ceux-ci ne couvrent que de modestes surfaces. A l'échelle des parcs étudiés, ils n'ont évidemment pas le même développement que les terrasses aménagées sur les versants du parc de Dossi.

2.3. CONCLUSION

La régénération de *Faidherbia albida*, sur les parcs de Dossi et de Watinoma se présente principalement sous forme de rejets, constituant la part renouvelable et la plus stable des effectifs. En effet, cette régénération, originellement issue de semis et de drageons, est soumise durant des années à des rabattages. Les souches qui survivent à ce régime acquièrent de puissants systèmes racinaires qui assureront une forte vigueur de croissance aux brins que les exploitants choisissent de conserver. Elles pérennisent donc la régénération et, d'une certaine façon, le renouvellement du parc.

Le drageonnement est un mode de régénération plus fréquemment observé à Dossi qu'à Watinoma mais, dans les deux cas, son importance est difficile à apprécier en raison de l'aménagement qui est fait de la régénération. La capacité de *Faidherbia albida* à se propager par drageons a été reconnue par plusieurs auteurs, sur des sites variés : dans le nord de la Côte d'Ivoire par BERNARD et al. (1995) qui mentionnent que l'abrutissement des pousses par le bétail favorise le drageonnement, au Soudan par WICKENS (1996) qui précise que sur une racine blessée les drageons apparaissent plutôt sur la partie distale que proximale de l'arbre-mère -observation confirmée à Dossi et à Watinoma au vu des nombreux drageons s'affranchissant du pied-mère- et en Israël par KARSHON (1961) et ALONI (1972). Selon les deux derniers auteurs, le drageonnement serait la forme principale, voire quasi-exclusive de reproduction de l'espèce ce qui expliquerait sa survie dans cette région.

La capacité de l'espèce à se reproduire végétativement à partir de fragments de racines a d'ailleurs été testée au Burkina Faso, successivement, par YAMEOGO (1986), NIKIEMA et al. (1992) et OUEDRAOGO (1995). De telles boutures s'enracinent facilement (survie > 90 %). Elles constituent en 3-4 ans des plants plus vigoureux que ceux issus de graines et souvent munis de plusieurs pivots avec de nombreuses ramifications racinaires. Ce type morphophysiologique "offre à la plante une plus grande capacité de prospection du sol superficiel et une meilleure capacité de nutrition minérale" (OUEDRAOGO, 1995).

Ces références et nos propres observations nous conduisent à une interprétation bien différenciée du mode de régénération prévalant à Dossi et à Watinoma :

- à Dossi, sur l'ensemble du parc et pas uniquement sur les versants aux sols superficiels, *Faidherbia albida* présente un système racinaire mixte, à la fois traçant, s'étendant dans un rayon de plusieurs dizaines de mètres, et pivotant ainsi que l'ont révélé des excavations (cf. figure 16, partie V et photographies 15 et 16). Rares sont donc les espaces cultivés à ne pas être traversés de ces enracinements superficiels étant données les densités d'arbres et la relative homogénéité de leur dispersion. La probabilité pour que le fer de la houe ou le soc de la charrue blesse ou tranche une racine est en conséquence élevée et nous l'avons vérifié à maintes reprises. Le développement de drageons sur des racines affranchies de leur racine-mère, la reconnaissance d'anastomoses entre plusieurs pivots racinaires et, parfois même le développement de racines sur des fragments de racine, témoignent de l'importance de la reproduction végétative à Dossi.

Cette omniprésence de systèmes racinaires superficiels paraît correspondre à une adaptation de l'espèce à des conditions pédohydriques favorables à de tels développements : bonne fertilité et bonne alimentation en eau des horizons superficiels du sol. Un tel enracinement superficiel et l'anastomose de racines d'arbres adultes ont été reconnues par WICKENS (1966) sur des sols alluviaux hydromorphes au Soudan. Des enracinements traçants ont aussi été observés au Burkina Faso sur des sols sableux à horizon argileux compacté à faible profondeur (ALEXANDRE et al., 1992).

Des conditions favorables au drageonnement ne s'opposent en rien à une multiplication sexuée satisfaisante. Les semenciers sont nombreux et généralement fructifères ; le bétail, inévitable intermédiaire de la régénération

sexuée, ne délaisse aucun fruit. Mais s'il a été reconnu à Dossi une plus grande abondance de graines dans les fèces et une régénération sexuée plus prolifique qu'à Watinoma, il est en fin de compte très probable que la régénération de *Faidherbia* soit majoritairement végétative. Elle l'est assurément sur certaines parties du parc, notamment au sud du versant est où la plupart des rejets s'apparentent à des drageons ;

- à Watinoma, l'enracinement de *Faidherbia albida* est le plus souvent pivotant. Ce développement racinaire est considéré comme caractéristique de l'adaptation d'une plante à la sécheresse dont la survie et la croissance (en pleine saison sèche) dépendent de son accès à la nappe phréatique.

L'espèce a ainsi été décrite par de nombreux auteurs parmi lesquels, GIFFARD (1968) au Sénégal, LEMAITRE (1954), au Niger, et SARLIN (GERES, 1965), au Burkina Faso.

Cependant, quelques systèmes mixtes ont été identifiés sur des excavations partielles en hauts de versant, montrant un drageonnement sur des racines superficielles à 5-10 cm de profondeur. Mais après quelques mètres traçants, les racines sont plongeantes. Ce développement est observé sur les sols les plus superficiels, à cuirasse subaffleurante, plus ou moins fragmentée, d'où une pénétration des racines difficile. DUPUY et *al.* (1995) ont observé au Sénégal de tels systèmes mixtes dont le pivot peut atteindre la nappe d'eau à 40 m de profondeur. En bas-fonds (rizières), ils mentionnent des systèmes essentiellement traçants, bloqués à quelques mètres de profondeur par l'horizon de battement de la nappe d'eau. Un tel système a été presque totalement extrait d'un des bas-fonds de Watinoma (cf. **figure 16, partie V, et photographies 13 et 14**). Sur ce site, aux sols temporairement inondés, la régénération par drageons peut être par endroits profuse et très étendue (une trentaine de drageons ou groupe de drageons pour le cas étudié, dans un rayon de 10 à 20 mètres autour du tronc de l'arbre).

Les racines les plus superficielles, de petite section, restent plagiotropes sur plusieurs mètres avant de s'enfoncer jusqu'à la nappe sous-jacente. Le raccourcissement par la houe de ces racines jusqu'au plus près du pivot engendre des plants souvent déséquilibrés, prêts à verser, qu'il s'agisse de drageons développés sur bas-fonds ou sur cuirasse (cf. **photographie 23**).

Enfin, le drageonnement peut avoir pour origine une attaque d'insectes. C'est le cas de *Sternocera interrupta* dont la larve a été identifiée par OUEDRAOGO (1994) sur un pivot blessé à 90 cm de profondeur, sur haut de versant.

- à Watinoma, plus qu'à Dossi, le nombre de semis relevé est très faible. S'il est vraisemblable que des semis rabattus évoluent à terme en cépées, nous n'avons pratiquement pas rencontré de régénérations "intermédiaires", entre le fragile semis d'un an ou deux et les rejets sur pivots, pour la plupart très gros. Beaucoup de semis sont en saison des pluies éliminés par la houe des exploitants. S'il ne paraît pas y avoir de différences d'effet entre le fer de la houe et celui de la charrue sur les régénérations, il est cependant manifeste que les sarclages en éliminent beaucoup. Ses effets ont été mesurés

expérimentalement par OUEDRAOGO (1994) : moins de 5 % de survie dans le cas d'arrachages à la houe, 20 % dans le cas de sectionnements.

Nos résultats permettent de préciser que l'élimination de la régénération par les exploitants varie selon leur âge.

A Dossi, plus les exploitants sont jeunes, moins ils conservent de régénérations et sélectionnent de baliveaux. Cette tendance renvoie au caractère vieillissant du parc, confirmé depuis une à deux générations. Par contre, à Watinoma, la plus jeune génération d'exploitants apparaît redynamiser le parc par une attitude plus conservatoire que celle de leurs parents. Ce résultat est conforme aux efforts propres des exploitants et aux effets d'encadrement de la recherche et du développement. Malgré cela, le bilan est médiocre au sortir de la saison des pluies.

L'intensification de la culture, notamment sa mécanisation et son caractère de permanence semblent concourir à réduire ou du moins à limiter la régénération de *Faidherbia albida* à Dossi. D'une saison à l'autre les exploitants contiennent les rejets et éliminent la plupart des semis sur les sites où les graines abondent et la régénération sexuée est potentiellement élevée. Cette évolution est conforme aux tendances relevées par nos enquêtes : désintérêt grandissant de certains exploitants pour le faidherbia au profit de fruitiers (manguiers) ; rupture entre le niveau d'aménagement du parc assuré par leurs parents et les pratiques actuelles. On peut à terme concevoir une réduction du parc et de ses effectifs sur deux fronts : en périphérie où l'abandon des terres réduira les surfaces en faidherbias -à l'instar du parc abandonné- et au coeur du parc où le manque de régénérations fera tomber la densité du parc lui substituant localement des vergers, évolution qui est déjà amorcée au sud du parc.

En seconde étape, après la saison des pluies qui voit l'élimination de nombreuses régénérations, la sécheresse et le bétail font disparaître de nombreux survivants. C'est ce qui se passe à Watinoma pour la plupart d'entre elles sur bas de versant et bas-fonds où la charge du bétail est très élevée.

SARLIN (GERES, 1965) a évalué l'effet de cette pression animale sur la survie de semis naturels. Au cours des 3 premiers mois de saison sèche, sur le site le plus fertile mais aussi le plus parcouru par le bétail, 72 % des semis étaient morts par abrouissement ou sarclage et 16 % par dessèchement. Sur le site le plus ingrat, peu parcouru par le bétail, 80 % des semis étaient encore vivants.

Les conditions hydriques et texturales du sol sont discriminantes pour les semis. Dans des conditions de toposéquence similaires à celles de Watinoma, l'auteur précédemment cité obtient les survies suivantes à 4 ans : 4 % sur cuirasse compacte, 3 % sur sol graveleux à carapace fissurée et 40 % sur sol sablo-argileux profonds qui portent les sujets les plus vigoureux. Il conclue que les semis nés sur cuirasse ou carapace sont à considérer comme des cas exceptionnels ayant survécu grâce à la présence d'une fissure fortuite au lieu de germination de la graine.

Les dégâts d'insectes sur les semis peuvent être considérables ; WICKENS (1966) a mesuré des taux de mortalité de 96 % en une saison des pluies.

Finalement, l'ensemble de nos résultats relativise, à Watinoma plus qu'à Dossi, la place de la régénération sexuée de l'espèce. Elle y est très faible dans l'absolu, sauf sur les champs fumés des hauts de versant qui concentrent des semences mais les conditions de site rendent précaires la survie des semis. La redistribution des semences par les exploitants est clairement démontrée par la relation établie entre la régénération sexuée et l'application de fumier mais cette dernière affecte moins de 40 % du parcellaire des hauts de versant et dans des quantités très variables. De plus, comme la production fruitière est à Watinoma fortement compromise par les émondages, l'approvisionnement en semences puis leur redistribution par l'homme sont très aléatoires et contribuent sans doute à l'hétérogénéité des levées.

Quant à la part spécifique de *Faidherbia albida* dans la régénération ligneuse des parcs, elle est à Watinoma très réduite. Elle préfigure le caractère composite des parcs. L'observation inverse vaut pour Dossi où le caractère monospécifique du peuplement est attesté dans la composition floristique de la régénération ligneuse.

Dans tous les cas, le bétail joue un rôle fondamental dans le devenir des semences et la dynamique de *Faidherbia albida*. Ce rôle est double et antinomique, étant à la fois de prédation et de diffusion des semences. Le taux de prédation par le bétail est très élevé et, s'ajoutant à celui des insectes spermatophages, ce ne sont que quelques % de graines saines qui constituent le stock potentiel séminal après transit intestinal. A partir de ce stade, des graines germeront de façon échelonnée dans le temps, en fonction d'une levée de dormance liée à dureté du tégument (et vraisemblablement à son degré d'attaque par les sucs gastriques et les possibles scarifications dues à la mastication). Mais l'effet du bétail n'est pas réductible à la seule prédation de graines. Il a un caractère d'amélioration par une sélection à la fois sanitaire (élimination des graines perforées) et écologique, (germination différée au cours de la saison permettant d'éviter une levée massive et périssable en début de saison).

Par ailleurs, beaucoup de graines "libérées" dans les fèces ne germeront pas, la majorité si on se réfère aux résultats de OUEDRAOGO (1994) à Watinoma. La prédation par les termites est sans doute très importante au vu de leur prélèvement sur le fumier en parc. Quant aux graines qui auraient échappé aux insectes, elles ne se conservent pas au delà d'une saison ainsi que l'a vérifié ce même auteur en tamisant les sols sur 5 à 10 cm de profondeur pour faire un état du stock séminal.

Enfin, les graines provisoirement stockées en étable ou en fosse fumière ne sont pas toutes sujettes à germer. La concentration de fumier et les effets de température éliminent des graines. Les plus hydratées pourrissent ou engendrent des germinations intempestives qui flétrissent rapidement. WICKENS (1966) a relevé la quasi-absence de semis à proximité des corrals en raison de la haute toxicité ammoniacale du milieu qui fait dépérir toute levée. Les Peuls de Watinoma nous ont fait part de la même observation.

On constate qu'à partir de la graine en formation, dans le fruit sur l'arbre, jusqu'à la levée des semis, le potentiel séminal est très sévèrement entamé aux différentes étapes mentionnées. On conçoit dès lors que les fructifications doivent être suffisamment abondantes pour garantir un seuil minimal de germinations qui seront elles-mêmes soumises aux effets dévastateurs des sarclages.

En termes de bilan, et sur la base de nos résultats et des données complémentaires dont nous disposons sur la régénération sexuée de *Faidherbia albida*, on constate que l'élimination de graines puis de semis de l'année, est considérable (cf. **figure 12**). Entre la graine sur l'arbre et son semis potentiel en résultant, le taux d'accomplissement varie de 1/40 000 à Watinoma contre seulement 1/150 000 à Dossi.

Cette évaluation résulte des étapes successives au cours desquelles les quantités de graines mises en jeu ont été quantifiées. Elle met en relief l'importance des prédatons et un certain déterminisme dans la relation bétail-régénération.

Si nous n'avons pu préciser les pertes entre l'étape de redistribution des semences par l'homme (fumure) ou le bétail (fèces) et celle de la germination, il est clair qu'à l'étape suivante du développement des semis, les survivants ne sont alors qu'un très petit nombre. D'un autre côté, leur nombre suffit peut être à garantir la régénération des parcs. Nous ne disposons d'aucune donnée sur la question et sur la notion de seuil minimal pour la régénération d'une espèce anthropique telle que *Faidherbia albida*. Mais quelque puisse être l'abondance de la régénération, c'est en fin de compte l'homme qui détermine le renouvellement de ses peuplements. La régression ou l'extension des parcs à *faidherbia* peut être appréciée par l'application de "l'Indice de dynamique" de CISSE (cité par YELEMOU et al. 1994) où :

$$ID = \frac{\text{Nombre de régénérations}}{\text{Nombre d'adultes}},$$

avec : ID < 1 : peuplement en régression

ID > 1 : peuplement en extension (on pour le moins assuré, de son renouvellement)

En appliquant cette formule aux cas de Dossi et de Watinoma, on aurait alors des taux très favorables à la dynamique des parcs et à leur renouvellement, notamment à Dossi :

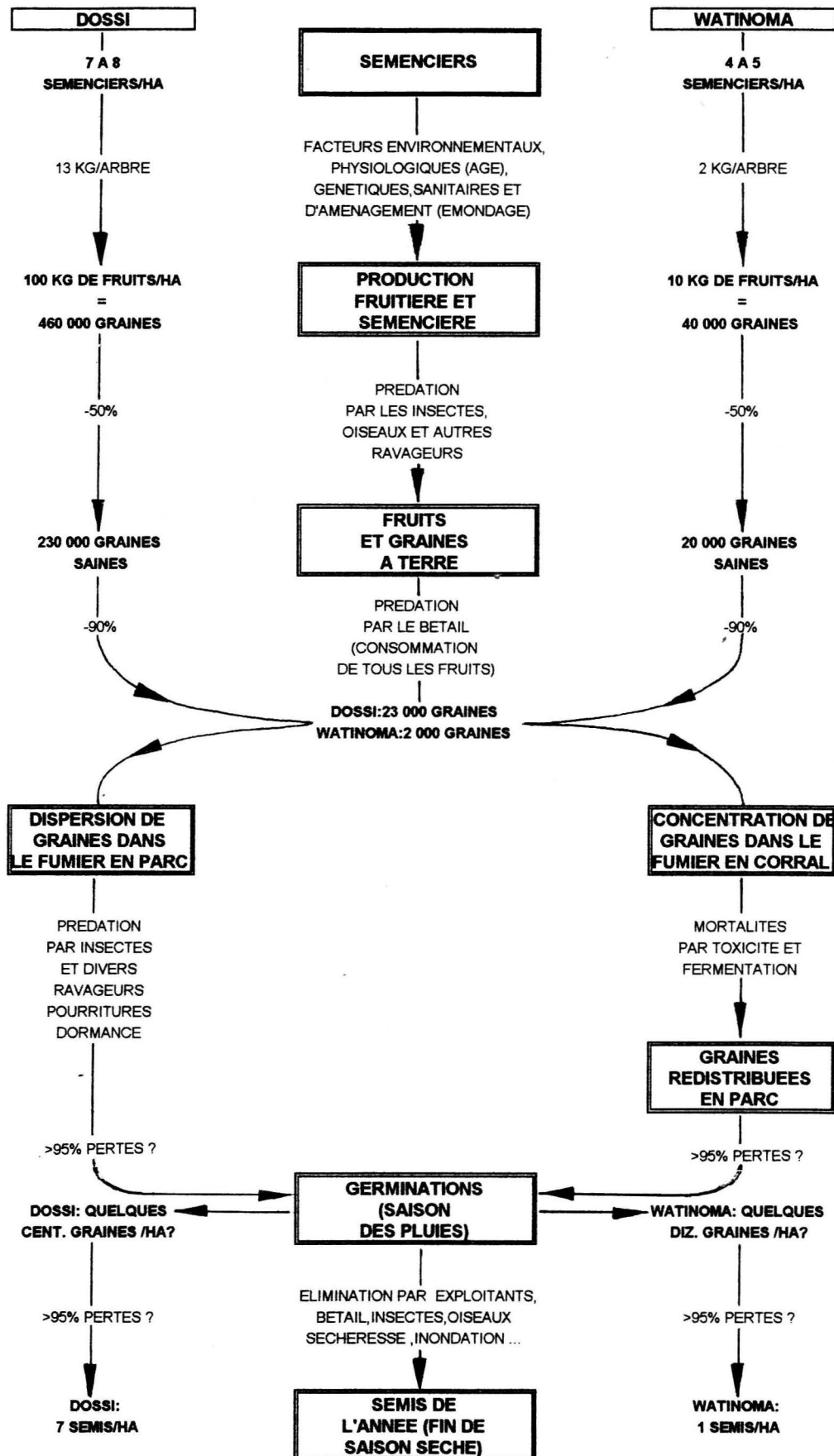
$$ID \text{ Dossi} = 2,2 \text{ contre } ID \text{ Watinoma} = 1,6$$

Ces indices expriment en fait un potentiel de dynamique de l'espèce dont la régénération est, nous l'avons vu majoritairement contenue ou éliminée. Ils ne rendent pas compte des disparités observées d'un site à l'autre, surtout à Dossi (très fortes concentrations locales relevant cet indice moyen).

Aussi, tant à Dossi qu'à Watinoma, et, d'une façon plus générale pour les parcs à *faidherbia*, il paraît plus approprié de rapporter le nombre de baliveaux au nombre d'adultes qui constituent véritablement l'effectif incorporable aux parcs. Les ratios sont alors très bas et équivalents, de l'ordre de 0,05.

La différence entre les 2 séries de ratios exprime largement la gestion qui est faite de la régénération au cours du temps. Celle-ci apparaît plus conservatoire à Watinoma qu'à Dossi malgré des contraintes climatiques et pédologiques moins favorables à la régénération de *Faidherbia albida*.

FIGURE 12 : DEVENIR DES GRAINES ET DES SEMIS DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA: BILAN-EVALUATION DES FACTEURS ET QUANTITES MIS EN JEU AU COURS D'UNE ANNEE



NOTE: TOUTES LES QUANTIFICATIONS SONT DES ESTIMATIONS FAITES SUR LES MOYENNES RESULTANT D'ESSAIS OU DE SUIVIS SUR 2 A 3 ANS

CHAPITRE 3 : CROISSANCE ET EVALUATION DE L'AGE DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

3.1. ACQUIS ET METHODOLOGIE

Il existe très peu de travaux de référence sur la croissance de l'espèce et sur l'évaluation de son âge en parc.

La vitesse de croissance de *Faidherbia albida* depuis le stade juvénile, n'a véritablement été mesurée et suivie qu'en plantations expérimentales. Il s'agit donc de plants issus de semis préalablement élevés en pépinière et dont l'évaluation a rarement été faite au delà d'une dizaine d'années (CTFT, 1988). On doit par ailleurs prendre en compte le fait que les individus plantés ne sont pas soumis aux mêmes aménagements que ceux conservés en parcs, la fertilisation du sol, les labours, les sarclages et les élagages pour conduire les brins ayant bien évidemment une influence sur la croissance des arbres, au moins dans leur jeune âge.

Toutes les mesures de croissance faites sur *faidherbia* en plantations expérimentales mettent en relief la forte variabilité génétique de l'espèce. C'est notamment le cas des essais comparatifs de provenances réalisés depuis 1985 au Burkina Faso qui affichent des coefficients de variation moyens de 50 % sur l'accroissement en diamètre, quelque soit la station (BILLAND et al. 1991 et 1992).

Cette croissance, également très variable au sein d'une même provenance, est généralement médiocre, en moyenne de 2 à 3 mm par an sur le rayon les premières années (le double pour les descendances les plus performantes telles que celles de Kongoussi, station voisine de 30 km de Watinoma).

Au delà des cinq premières années, il est probable que les arbres rentrent en compétition dans la mesure où les espacements sont souvent faibles (4 X 4 m). En conséquence, la croissance radiale peut être affectée et les références sur les accroissements post-juvéniles n'expriment sans doute pas les meilleures conditions de croissance. De plus, les effets stationnels conjugués aux effets génétiques peuvent exacerber les variabilités.

Aussi, n'est-il pas surprenant de mesurer des croissances fortes sur des *faidherbias* encore jeunes (9 à 10 ans), issus de rejets ayant été conduits en baliveaux sur terrain cultivé. C'est le cas au Sénégal où GIFFARD (1969) a mesuré un accroissement annuel moyen sur le rayon de 0,82 cm (pour un accroissement en hauteur de 92 cm/an). Par comparaison, les accroissements mesurés sur des rejets de 3 à 4 ans, aux branches basses et gourmands élagués sur un sol non travaillé, leur sont deux fois inférieurs (respectivement 0,46 cm et 50 cm/an).

Quand aux très jeunes semis, ils sont particulièrement vulnérables et montrent une croissance initiale lente malgré les soins qui peuvent leur être apportés en parc.

Ainsi, MONTAGNE (1984), au Niger, a suivi en parc durant 2 ans une trentaine de tiges et repousses de *Faidherbia* issues de graines et âgées de quelques années (initialement hauts de quelques cm à quelques dizaines de cm). Bien que marqués avec les paysans, 25 % des plants sont morts et d'autres ont été attaqués par les termites ou broutés par le bétail. Quant à la croissance des survivants, elle s'est avérée faible, en moyenne 16 cm/an pour la hauteur. Ces résultats et les précédents illustrent la relation directe qui existe entre le développement du système racinaire et la croissance de la partie aérienne. Au stade juvénile, la croissance du premier prévaut sur celle de la seconde afin d'assurer l'alimentation hydrique du plant (CTFT, 1988 ; GUPTA, 1973) ; du moins est-ce la stratégie des provenances d'Afrique de l'Ouest (VAN DENBELDT, 1991).

En ce qui concerne la croissance et l'âge d'arbres adultes, les principales évaluations ont été réalisées par GIFFARD (1969) et MARIAUX (1994, 1966 et 1979) par des marquages et prélèvements de cambium, des interprétations de cernes sur rondelles et des mesures sur rubans dendrométriques.

Les accroissements annuels moyens sur le rayon de ces arbres (AMR), étudiés sur différentes stations du Sénégal, sont particulièrement élevées sur les sites cultivés (parcs). L'évaluation faite sur rondelles varie de 1,3 à 1,5 cm sur ces derniers contre 0,5 cm sur sables dunaires, non travaillés ni amendés. L'observation des rondelles prélevées sur ces individus montre d'ailleurs que la croissance radiale des individus de parc est plus régulière. Une seconde évaluation faite par rubans dendrométriques suivis durant 3 ans par le premier auteur cité donne des écarts encore plus importants. Les accroissements moyens varient selon le site de 0,8 à 1,9 cm ; leur variabilité interannuelle apparaît dans tous les cas liées à celle de la pluviométrie.

Dans cette fourchette, se situent les estimations de WICKENS (1966) au Soudan (AMR = $0,79 \text{ cm} \pm 0,4$, moyenne faite sur 29 gros *Faidherbias* d'un site alluvial, mesurés durant 7 ans).

Par contre, celles faites par MARIAUX (1970) sur 6 *Faidherbias* de la région de Boussé, au Burkina Faso, sont en deça, variant autour de 0,5 cm/an (5 ans de mesures).

En ce qui concerne l'âge de *Faidherbia albida*, les observations et résultats enregistrés ont montré qu'il existait une forte probabilité d'assimiler un cerne à une année.

"La nature du cerne est assez constamment un aplatissement du contact entre fibres et parenchyme, formant une petite ligne très fine et assez discontinue, mais cependant remarquable, sinon il y a au moins un aplatissement synchrone avec le rythme de feuillaison de *Faidherbia albida*, en saison sèche" (MARIAUX, 1979).

Plus récemment, GOULAY (1990) observant des rondelles de *Faidherbia albida* d'âge connu a pu déterminer la correspondance entre cernes et années par la présence de cristaux de calcium rhomboïques en longues chaînes dans les cellules de parenchyme terminal.

Mais les seules évaluations de l'âge de peuplements de *faidherbias* ont été faites par WICKENS (1966), au Soudan. Il a estimé à 70 ans l'âge d'un peuplement majoritairement constitué de très gros arbres (70 à 140 cm de diamètre). L'âge maximal a été estimé à 90 ans, tous les gros sujets étant chancreux. En conclusion, il est apparu peu probable à l'auteur que l'âge de *Faidherbia albida* puisse dépasser 100 ans.

3.1.1. Suivi des rejets de faidherbia

Nous avons vu au chapitre précédent combien était réduite la régénération de *Faidherbia albida* et, en particulier, quelle était l'importance du rabattage des rejets conduisant à ne conserver qu'un très petit nombre de baliveaux incorporés à la population ligneuse des parcs.

Mais la survie et la croissance de ces jeunes individus sont très aléatoires en raison de rabattages intempestifs dont ils font l'objet, malgré leur sélection ; de plus, les conditions de site et l'importance de leur système racinaire sont visiblement des sources de forte variabilité de leur croissance.

Afin de caractériser la croissance de cette étape déterminante de la dynamique de l'espèce, transitoire entre une régénération buissonnante et le parc, sa forme achevée, nous avons suivi durant 2 ans des rejets sur le parc de Dossi et comparé leurs performances à celles de rejets précédemment mesurés à Watinoma :

- . à Dossi, sur les 3 sites de la dépression centrale et des versant est et ouest, 71 rejets ont été sélectionnés et marqués avec les exploitants. Hauteur et circonférence à la base ont été mesurées à 5 reprises au cours des saisons sèches et pluvieuses successives. On a relevé à chaque passage toute trace de déprédation et de reprise après un éventuel rabattage ;
- . à Watinoma, une évaluation comparable ayant été faite par OUEDRAOGO (1994) sur 130 rejets et 4 sites distincts, nous nous sommes contentés de reprendre les résultats cités afin de les comparer à ceux obtenus à Dossi. En complément à cette évaluation de la croissance de rejets balivés, 50 cépées ont été échantillonnées sur hauts et bas de versants. Extraites du sol jusqu'à 1 à 2 m de profondeur, leurs pivots ont été mesurés afin de mettre en relation leur dimension et celle les rejets (hauteur et nombre).

3.1.2. Mesure de l'accroissement annuel moyen sur le rayon (AMR)

La circonférence mesurée à 1,30 m est la variable qui caractérise la grosseur de l'arbre. Dans le cas d'arbres soumis à émondage tel que *Faidherbia albida*, pratique qui affecte la hauteur de l'arbre et les dimensions de son houppier, c'est la seule variable qui permet une évaluation de sa croissance.

La mesure de la circonférence n'offre évidemment pas toute la précision que garantissent des rubans dendrométriques (délicats à poser et à suivre en milieu réel) mais elle a pu être appliquée sur un très large échantillonnage d'arbres et sur plusieurs années, soit :

- . près de la moitié des quelques 340 faidherbias de Watinoma constituant l'effectif mesuré chaque année depuis 1990 jusqu'en 1994 ;
- . les deux-tiers de l'effectif du parc de Dossi, soit près de 1800 individus, excluant principalement les faidherbias des collines (le "parc perché") et de la périphérie du parc, non mesurés en 1992.

Pour l'ensemble des individus mesurés, on a pu calculer l'accroissement annuel moyen sur le rayon (AMR), et comparer sa variabilité entre parcs, sites et classes de circonférence ($C > 10$ cm).

3.1.3. Prélèvement de carottes de bois

L'évaluation de la croissance de faidherbias par la mesure directe de la circonférence a pu être en partie recoupée par celle de l'âge faite sur un échantillonnage restreint d'individus tariérés.

Les arbres ont été tariérés en période de repos végétatif, entre la fin de la saison sèche et celle de la saison des pluies, manuellement à la tarière de Pressler (40 cm de longueur, 4 mm de section). Le carottage a été dans l'ensemble très bien accepté par les propriétaires des arbres.

La hauteur de carottage, par principe à 1,30 m, a été souvent modifiée à cause de l'importance de l'écorçage et des réactions cicatricielles visibles sur quasiment tous les adultes et parfois les plus jeunes. L'écorçage étant réalisé, au plus, à hauteur d'homme, un tariérage à moins de 1,30 m de hauteur risquait de traverser des tissus cicatriciels. Cependant, le prélèvement n'a jamais été fait très haut pour éviter d'éliminer les premières années de croissance et sous-estimer l'âge de l'arbre. Il est en outre mal aisé de tariérer un arbre à une hauteur supérieure à celle des épaules.

Initialement, une centaine d'arbres (50 à Watinoma et 50 à Dossi) ont été choisis, l'échantillonnage étant structuré à deux niveaux en fonction :

- . du facteur site :
 - à Watinoma, sur hauts de versant, d'une part, et sur bas de versant et en bordure de bas-fonds, d'autre part ;
 - à Dossi, également en fonction des conditions topographiques et pédologiques différenciant le centre du parc avec ses sols profonds plus ou moins hydromorphes et ceux colluvionnaires ou ferrugineux, plus superficiels, des versant ouest et est ;

- . de la structure dendrométrique caractérisant les populations des différents sites.

Au sein de chaque site et sur chaque parc, l'échantillonnage a été réalisé d'une manière aussi aléatoire que possible, compte tenu :

- . du bon état sanitaire des arbres ;
- . de l'architecture équilibrée des arbres, au port droit, au houppier bien développé et peu affecté par l'émondage ; ce dernier critère s'est avéré très délicat à prendre en compte à Watinoma où la plupart des faidherbias sont ou ont été émondés. L'émondage perturbe le rythme de croissance des arbres mais si cet aspect ne peut être ignoré dans l'interprétation de cernes de croissance, il est très difficile d'en faire une évaluation ;
- . de leur dispersion spatiale : arbres relativement isolés (sans concurrence immédiate d'autres arbres).

Lors des premiers carottages, il est apparu que les arbres les plus gros étaient presque toujours chancreux à coeur ou avaient des zones altérées sur le rayon carotté, malgré une apparence extérieure saine du tronc. Ce phénomène s'est révélé plus fréquent à Dossi qu'à Watinoma. En conséquence, l'échantillonnage initial qui comprenait une classe de grosses circonférence (> 200 cm) a été réduit et la majorité des carottes extraites sur de gros arbres n'a pu être retenue.

La réduction de l'échantillonnage sur les plus gros arbres et l'élimination, à l'interprétation, de carottes douteuses, plus ou moins nécrosées au niveau du coeur ou s'avérant trop excentrées, ont conduit à ne retenir que 78 % des carottes extraites : 44 à Watinoma (20 sur hauts de versant et 24 sur bas de versant) et 34 à Dossi.

Par contre, les arbres de classes inférieures, généralement plus sains et moins affectés par l'écorçage, ont été tariérés en plus grand nombre (près des deux tiers des individus ayant 50 à 150 cm de diamètre). Pour les plus petits, un double échantillonnage du rayon a été réalisé en faisant passer totalement la tarière à travers le tronc (cas des diamètres < 40 cm).

3.1.4. Evaluation de l'âge par l'étude des cernes d'accroissement du bois

Malgré un échantillonnage plus faible que prévu, des populations d'arbres de chaque terroir et de chaque site, l'effectif était néanmoins suffisamment équilibré pour que soient faites des comparaisons d'âge et de vitesse de croissance des arbres entre les différents sites.

Chaque carotte a été rabotée avec une lame de rasoir sous une loupe binoculaire (12 X à 100 X) et examinée aussitôt. Cette méthode manuelle présentait l'avantage de sentir à la main une certaine résistance de la lame à chaque passage du bois initial d'une année au bois final de l'année antérieure, localisant ainsi avec précision la zone où la limite de l'accroissement annuel devait être recherchée.

La datation d'un arbre faite sur la section entière de son tronc est relativement aisée, les limites des cernes étant généralement bien visibles. Dans le cas de notre évaluation, deux difficultés d'interprétation correcte de certaines variations à allure de limites de cernes ont été rencontrées. L'une est liée à l'étroitesse des échantillons observés (carottes de 4 mm), l'autre est due aux périodes à croissance extrêmement lente, voire nulle certaines années. Ce dernier cas s'est révélé assez fréquent chez les arbres ayant subi au cours de leur vie des dommages graves, tels des écorçages ou des émondages sévères.

Aussi, les limites d'accroissement repérées ont été qualifiées de "certaines" lorsqu'elles étaient indubitablement marquées dans le bois ou de "probables" lorsqu'elles étaient moins nettement dessinées ou d'interprétation difficile dans des zones cicatricielles, nécrosées ou situées à proximité d'un noeud. On a par ailleurs compté des limites dites "ajoutées" correspondant à des limites supposées dans le cas de carottages passant à côté de la moelle centrale. Par contre, les carottes passant loin de la moelle (quelques cm) ont été éliminées.

On a considéré que l'âge minimal d'un arbre correspondait au nombre des limites d'accroissement "certaines", éventuellement augmenté du nombre des limites "ajoutées". L'âge maximal était, quant à lui, égal à la somme des nombres de limites "certaines", "ajoutées" et "probables". Il est possible que de faux cernes aient été comptés parmi les limites "probables" mais, dans la moyenne, les sur-estimations engendrées ont pu être compensées par des sous-estimations dues à des cernes nuls, donc non comptés, ou aux cernes non vus des jeunes tiges n'ayant pas atteint la hauteur à laquelle a été faite le carottage. En conséquence, l'âge maximal estimé par les limites d'accroissement a été considéré comme l'âge probable de l'arbre.

Sur la base de cette évaluation, la vitesse de croissance des arbres échantillonnés a été calculée selon le rapport :

Rayon moyen sous écorce / Âge probable

Sachant que la largeur d'un cerne est variable selon les rayons chez *Faidherbia albida*, comme chez de nombreuses essences poussant en climat tropical, le rayon moyen sous écorce a été calculé à partir de la circonférence sur écorce diminuée de 4 % (taux d'écorce identique pour les deux terroirs).

3.1.5. Estimation de l'âge de *Faidherbia albida* par les exploitants

Pour l'ensemble des arbres tariérés, on a demandé aux exploitants d'estimer l'âge des faidherbias tariérés de leur parcelle.

Lorsque l'exploitant était trop jeune ou encore exploitait la parcelle depuis trop peu de temps pour avoir vu le développement de ses arbres du stade juvénile jusqu'à maintenant, on a interrogé l'exploitant précédent, généralement son père.

Devant chaque arbre échantillonné, on a demandé à l'interrogé d'estimer l'âge, même approximativement, et de préciser éventuellement l'aménagement ou les problèmes survenus au cours du développement des arbres.

3.1.6. Etude et évaluation de l'âge des pivots racinaires des cépées

La régénération par rejets étant le mode le plus fréquemment observé sur les parcs de Dossi et de Watinoma et les souches qui les portent étant souvent disproportionnées, il est apparu nécessaire de pouvoir évaluer l'âge de ces souches.

Afin de déterminer cet âge supposé être très supérieur à celui des rejets de cépées, des observations et des comptages de cernes annuels ont été faits sur la section des pivots racinaires.

Dans ce but, l'interprétation a été faite sur les 30 cépées extraites des sols gravillonnaires des parcs de hauts de versant de Watinoma et préalablement mesurées.

Sous chaque "plateau" ou tête racinaire des 30 pivots, on a prélevé une rondelle de bois sur laquelle les cernes ont été observés et dénombrés.

Afin de vérifier si le nombre de cernes vu dans le système racinaire était le même que celui des cernes annuels détecté dans le tronc, des comptages de cernes ont été effectués à la fois dans les systèmes aérien et sous-terrain d'arbres d'âge connu.

C'est à Gonsé, près de Ouagadougou, sur deux plantations comparatives de provenances, l'une de 8 ans et l'autre de 4 ans qu'ont été prélevées 20 rondelles au niveau aérien (à 20 cm au dessus du sol) et autant au niveau racinaire, sous collet. Ainsi les nombres de cernes ont-ils pu être comparés et rapportés à l'âge réel des arbres, donnant l'échelle nécessaire à l'évaluation des pivots racinaires de Watinoma.

3.2. RESULTATS

3.2.1. Vigueur de croissance des rejets et relation avec le pivot racinaire

Les 50 cépées mesurées et extraites du site des hauts de versant de Watinoma ont en commun d'avoir un pivot racinaire massif dont la circonférence du collet varie entre 10 et 50 cm. La plupart des pivots sont chancreux ou nécrosés sur les 20 à 40 premiers cm (15 à 20 % sont parfaitement sains, s'agissant en général des plus jeunes). Sur sols gravillonnaires et superficiels des hauts de versants, les pivots ont une forme souvent tourmentée et un rhytidome grumeleux qui témoignent de la difficulté qu'a eu la racine à s'enfoncer et à croître en épaisseur. Des inclusions de gravillons sont fréquemment observés dans les replis racinaires (cf. figure 13).

A l'inverse, sur bas de versant, en sol meuble et profond, les racines ont un rhytidome généralement lisse. Mais on peut retrouver un aspect grenu sur les 20 premiers cm des pivots extraits des sols à horizon colluvionnaire (ferrugineux tropicaux lessivés qui précèdent les sols alluviaux).

Sur les deux sites, quelques pivots (5 à 10 %) se divisent en 2 ou 3 racines pivotantes entre 40 cm et 1 m de profondeur. Cette division correspond à la traversée d'un horizon textural différencié (gravillons, horizon de fragmentation de la cuirasse) ou au battement de la nappe d'eau (en bordure des bas-fonds).

Les pivots sont surmontés d'un plateau racinaire plus ou moins étalé et nécrosé (cf. figures 13 et 14). Leur plus grande longueur va presque toujours dans le sens du fil du bois et peut atteindre 30 à 50 cm. Ce plateau apparaît parfois visiblement comme le reste d'une racine traçante ayant donc vraisemblablement pour origine un drageon affranchi.

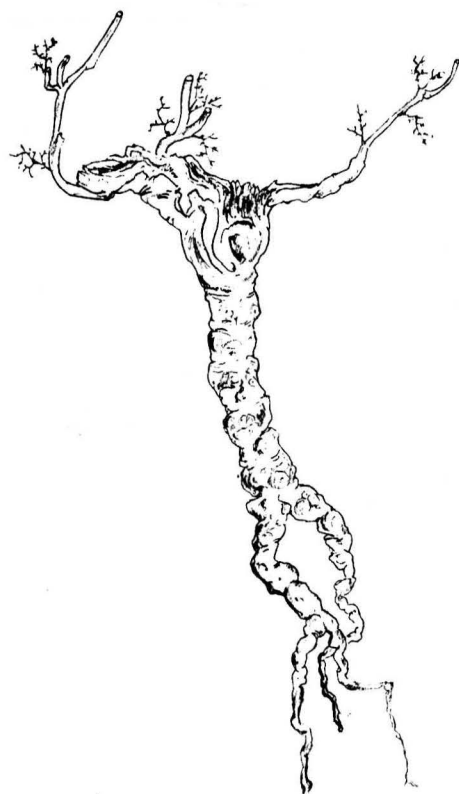
Le nombre moyen de rejets par cépée varie de 7 à 9 entre les hauts et les bas de versant. Mais il peut atteindre le double ou le triple pour certaines cépées. Tant qu'aucun dépressage et balivage des rejets n'a été fait, ceux-ci ont un accroissement en hauteur dépassant rarement le mètre au cours de la saison sèche qui fait suite à leur rabattage en saison des pluies.

C'est ce qui confère aux cépées de *faidherbia* cette allure buissonnante caractéristique. Toutefois, dès que les cépées rejettent, des dominances apparaissent et c'est cette hauteur maximale qui a été mesurée sur les 50 cépées de Watinoma, correspondant à celle du brin le plus vigoureux que sélectionne l'exploitant.

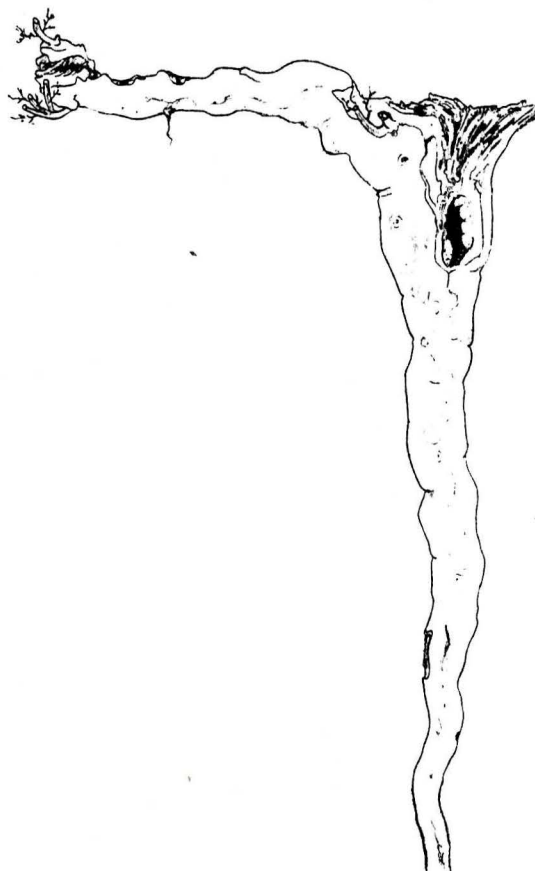
On relevera dans le **tableau 43** une hauteur moyenne plus élevée des rejets de bas de versant. La différence avec les hauts de versant n'a ici guère de signification, car les mesures ont été faites avec 2 mois de décalage. Cet écart important à l'échelle d'une saison de croissance peut expliquer une large part de la différence.

La régression multiple qui lie la circonférence des pivots racinaires au nombre et à la hauteur des rejets est hautement significative sur les deux sites, avec un coefficient de détermination plus élevé pour l'équation relative au bas de versant.

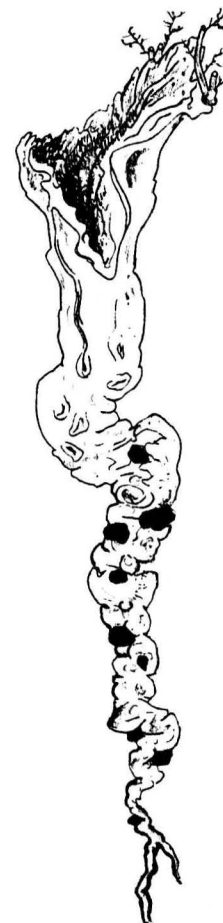
On peut en conclure que les plus grosses souches donnent naissance aux rejets les plus vigoureux et portent dans la plupart des cas les plus nombreux rejets (la variable nombre de rejets contribuent moins que la variable hauteur à la précision de la régression). Le résultat n'est évidemment pas surprenant mais il confirme l'existence d'un potentiel de vigueur de croissance particulièrement élevé, contenu par les rabattages successifs et qui s'exprime sans délai dès qu'un brin est sélectionné. Une nuance est toutefois à faire concernant quelques grosses cépées à la croissance stagnante. Au vu de leur pivots chancreux, attaqués par les termites, blessés par la houe, les rejets montrent des signes d'affaiblissement. Ils dégènèrent ou encore foisonnent sur les tissus cicatriciels sous forme de broussin ou encore dépérissent du fait d'une attache fragilisée sur ce qu'il reste de vivant du plateau racinaire.



**A : PIVOT SE DIVISANT
A L'HORIZON
D'INDURATION**



**B : PIVOT SUR RESTE DE
RACINE TRACANTE
(DRAGEON PROBABLE)**



**C : PIVOT SIMPLE AVEC
INCLUSIONS DE
GRAVILLONS**

**FIGURE 13: PIVOTS RACINAIRES DE CEPEES DE FAIDHERBIA ALBIDA EXTRAITS DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES
SUPERFICIELS ET GRAVILLONNAIRES DES HAUTS DE VERSANT DE WATINOMA (ECHELLE: LONGUEUR DES PIVOTS=1M)**

TABEAU 43 : CARACTERISTIQUES DES CEPEES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ET RELATIONS ENTRE LA DIMENSION DU PIVOT RACINAIRE ET SES REJETS SUR LES SITES DES HAUTS ET DES BAS DE VERSANT DE WATINOMA

SITES	ECH.	MOYENNES \pm E.T			EQUATIONS DE REGRESSION ⁽³⁾ ET INTERVALLES DE CONFIANCE	R ²
		HAU. (cm)	NB. rejets	CIR. (cm)		
1. HAUTS DE VERSANT ⁽¹⁾	30	40 ± 13	7 ± 4	26 ± 9	CIR. = 0,32 HAU + 1,25 NB + 4,4 a = 0,32 \pm 0,10 b = 1,25 \pm 0,30 c = 4,4 \pm 5,1	0,68
2. BAS DE VERSANT ⁽²⁾	20	73 ± 28	9 ± 6	21 ± 10	CIR. = 0,27 HAU + 1,05 NB - 8,2 a = 0,27 \pm 0,04 b = 1,05 \pm 0,22 c = 8,2 \pm 4,1	0,88

ECH. = Echantillon

E.T = Ecart-type

CIR. = Circonférence du pivot racinaire au collet de la souche

HAU. = Hauteur dominante des rejets

NB = Nombre de rejets

(1) : mesures faites en février 93, 4 mois après la fin de la saison des pluies.

(2) : mesures faites en avril 93, 6 mois après la fin de la saison des pluies

(le décalage de 2 mois avec les mesures sur hauts de versant contribue à une large part des différences sur la hauteur).

(3) : toutes régressions très hautement significatives, avec un risque $\alpha = 5\%$.

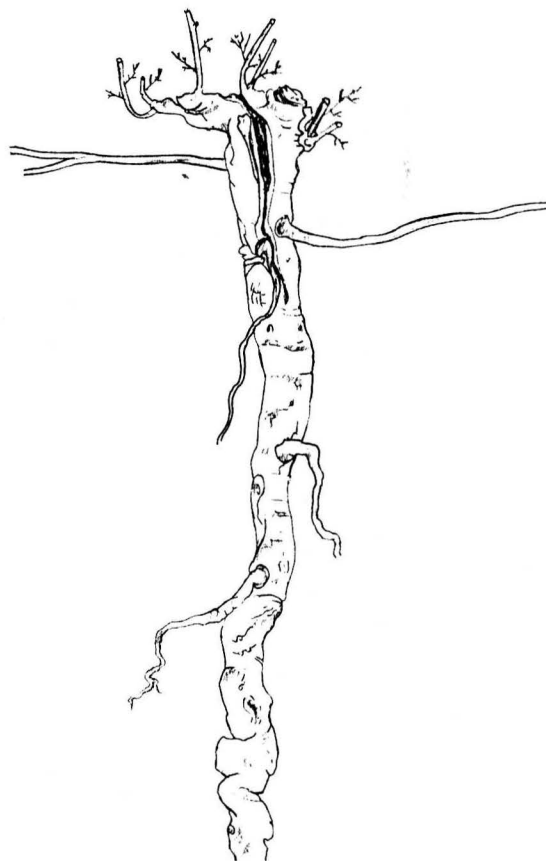
TABEAU 44 : SURVIE, HAUTEUR ET DIAMETRE MOYENS A 3 ANS DE PLANTS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* PROVENANT DES SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA (ESSAI COMPARATIF DE DESCENDANCES DE GONSE ; JUILLET 1992)

PROVENANCES ET SITES	N	SURVIE (%)	HAUTEUR (CM)	DIAMETRE A LA BASE (MM)
DOSSI PARC	960	59	45 \pm 27	10 \pm 8
WATINOMA HAUTS DE VERSANT	720	78	45 \pm 27	11 \pm 9
WATINOMA BAS DE VERSANT	720	80	44 \pm 26	10 \pm 8

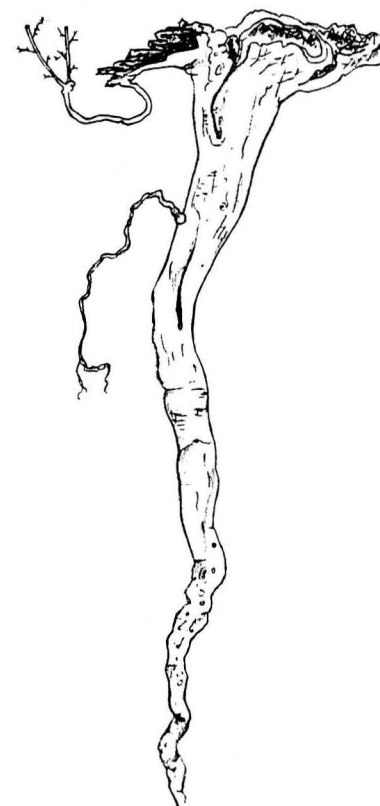
Dispositif expérimental : 16 descendances de Dossi et 12 pour chacun des sites de Watinoma distribuées en 3 blocs complets randomisés, à raison de 60 plants (3 X 20) par descendance ; espacement initial : 1 m X 3 m ; prévu à 3 m X 3 m à 5 ans.



**A : PIVOT AVEC RACINE SECONDAIRE
INITIALEMENT SUPERFICIELLE
PUIS PLONGEANTE**



**B : PIVOT AVEC ANASTOMOSES
LATERALES RELIEES A DEUX
AUTRES PIVOTS (2 A 3 M)**



**C : PIVOT SIMPLE A UNE
RACINE PLONGEANTE**

**FIGURE 14: PIVOTS RACINAIRES DE CEPEES DE FAIDHERBIA ALBIDA EXTRAITS DES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES
MOYENNEMENT PROFONDS DU BAS DE VERSANT EST DE DOSSI (ECHELLE: LONGUEUR DES PIVOTS=1M)**

Enfin, on relèvera l'importance des différences de croissance entre des rejets et des semis (plants élevés en pépinière) à travers les résultats de l'essai comparatif de descendance présenté au **tableau 44**.

Les valeurs moyennes calculées pour les provenances de Dossi et des deux sites de Watinoma sont équivalentes : elles sont à la fois faibles et très variables, notamment pour la croissance en circonférence des plants. L'accroissement de la partie aérienne réalisé en 3 ans par les semis l'est en 6 mois par des rejets. Par contre, l'allongement racinaire des semis est très rapide car après 4 mois de plantation, sur les premières excavations réalisées, les pivots ont un accroissement moyen de 75 cm (\pm 36 cm). A 3 ans, beaucoup de plants de Dossi ont déjà disparu, survivant moins bien que ceux de Watinoma sur ce site de Gonsé, intermédiaire entre les sites subsaharien de Watinoma et soudanien de Dossi. A ce stade, quelques descendance commencent à se différencier fortement des autres par leur très forte vigueur de croissance.

3.2.2. Survie et croissance des baliveaux

Le nombre de baliveaux ayant disparu ou ayant été rabattus touche la moitié de l'effectif à Watinoma, les deux tiers à Dossi. Bien que les suivis aient été réalisés sur une période relativement courte et malgré un marquage initial des rejets sélectionnés avec les intéressés, les résultats sont très décevants particulièrement à Dossi où l'évaluation de l'accroissement n'a pu être réalisée qu'à partir d'un petit nombre d'individus.

A Dossi, le rabattage et l'élimination des jeunes baliveaux touche déjà un quart de l'effectif à la première saison agricole (entre avril et novembre 1993). Au début de la seconde saison (juin 1994), 40 % sont affectés. Le pourcentage est quasi-inchangé au sortir de cette saison (43 %) . Ceci montre bien que c'est en période de préparation du sol et de nettoyage des champs que ces rejets sont coupés ou dessouchés.

La houe et la machette sont les principaux outils d'élimination des rejets mais le soc de la charrue et le feu y contribuent également (respectivement 13 et 17 % des cas).

Des rabattages intempestifs ont par ailleurs été relevés en saison sèche, souvent à hauteur d'homme. Ils sont rarement le fait des exploitants mais plutôt celui des enfants et parfois des bouviers sans but apparent d'affourager car les traces d'abroustissement sur ces brins comme sur les autres rejets sont rares et peu sévères. L'émondage fournit largement aux animaux les ressources nécessaires et les rejets, fortement épineux sont à Dossi très peu apétés par le bétail.

A Watinoma, des observations similaires ont été faites par OUEDRAOGO (1994) qui conclue que rabattre plusieurs fois les mêmes rejets sélectionnés d'un champ est un acte volontaire et non un geste d'ignorance des villageois ou des enfants des exploitants comme cela a pu être avancé par les interrogés.

Il est vrai que la sélection de brins faite sur les deux terroirs avec beaucoup d'intérêt de la part des exploitants représentait à terme un surnombre de baliveaux par rapport aux densités observées (globalement, 5 à 10 fois plus).

L'importance de l'élimination des baliveaux, en fonction du facteur site est à Dossi plus marquée au centre que sur les versants, à l'instar de ce qui est observé pour la régénération. On peut faire l'hypothèse que la mécanisation des terres, quasi-généralisée au centre, et plutôt rare sur les pentes terrassées des versants crée la différence. Quand au nombre élevé de brins rabattus sur le versant est, on peut l'expliquer par le fait que les rejets identifiés ont été sélectionnés sur des champs véritablement envahis par les rejets et drageons de *faidherbia*. L'habitude des exploitants étant de tout rabattre et brûler en fin de saison sèche, il est probable que peu de discernement ait été fait entre les tiges préalablement marquées et ces baliveaux.

Les croissances en hauteur et circonférence des brins de Dossi n'ayant à jamais été rabattus sont caractérisées par :

- une forte à très forte variabilité qui occulte toute différence statistique. Les accroissements varient de 10 à 270 %, tant pour la hauteur que pour la circonférence (cf. **tableau 45**) ;
- une tendance à une plus forte vigueur pour la croissance en hauteur des rejets du versant est (sur sa partie aval où les sols sont moyennement profonds). Sur ce site, la plupart des baliveaux ont gagné 1 à 2 mètres de hauteur par an... mais quelques uns seulement 25 à 40 cm. Par contre, l'accroissement en circonférence présente des valeurs moyennes peu différenciées entre sites. L'échantillonnage final de rejets, très réduit ne permet pas de faire toutes les comparaisons, notamment à l'échelle des unités pédologiques des sites. On peut toutefois faire remarquer que les rejets aux accroissements les plus faibles sont ceux des vertisols de la dépression centrale. Tant pour la hauteur que pour la circonférence, les gains moyens ne dépassent pas 10 % par an. Cette valeur relativise le médiocre accroissement moyen calculé pour l'ensemble des tiges du centre du parc. Par conséquent, les autres baliveaux de ce site, identifiés sur sols bruns eutrophes présentent des accroissements moyens relativement plus élevés : 150 % pour la hauteur et 122 % pour la circonférence à la base et une moins forte variabilité (respectivement ± 90 et ± 60 %). Ces résultats vont dans le sens des classements enregistrés à Watinoma (cf. **tableau 46**) : forte contraintes de croissance sur les sites inondables et accroissements les meilleurs sur bas de versant (sites mésophiles) ;

TABEAU 45 : SURVIE, ACCROISSEMENTS MOYENS EN HAUTEUR ET EN CIRCONFERENCE A LA BASE DE REJETS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* CONDUITS EN BALIVEAUX SUR 2 ANS A DOSSI (04/1993 A 04/1995)

SITES	ECH. (n)	BRINS MORTS (%)	BRINS RABATTUS OU BLESSES (%)	BRINS VIVANTS INTACTS (%)	ACCROISSEMENT EN HAUTEUR		ACCROISSEMENT EN CIRCONFERENCE	
					INITIAL → FINAL (cm)	%	INITIAL → FINAL (cm)	%
VERSANT OUEST	19	25	22	53	232 → 373	61 ± 42	15.1 → 23.6	56 ± 27
VERSANT EST	27	30	44	26	186 → 400	115 ± 72	12.4 → 21.0	69 ± 34
DEPRESSION CENTRALE ⁽¹⁾	25	48	24	28	208 → 329	58 ± 66	14.0 → 22.1	58 ± 84
PARC	71	35	32	34	212 → 368	74 ± 63	14.0 → 22.4	60 ± 56

ECH. = Echantillonnage (n = nombre initial de rejets)

± = Ecart-type aux moyennes

(1) = Echantillonnage comprenant des individus sur sols bruns eutrophes et sur vertisols.

- une croissance "négative" de la hauteur d'un certain nombre de brins, en particulier sur la partie centrale du parc de Dossi au cours de la saison sèche 1993 (cf. **graphique 87**). Ce différentiel d'accroissement résulte de la verse du houppier des baliveaux. Le développement de rameaux latéraux (différenciation plagiotrope) peut prendre une telle importance que sous le poids de ces rameaux, bien feuillés, l'axe principal (initialement orthotrope et alors peu lignifié à son sommet) ploie ; mais nous avons également identifié quelques baliveaux dont la verse résultait d'un mauvais enracinement. L'observation montre qu'il s'agit alors de drageons dont la section porte un ou plusieurs brins et dont l'enracinement (pivotant) peut être distant du baliveau ;
- une croissance continue des rejets balivés ainsi qu'il ressort du **graphique 88** qui cumule les accroissements en circonférence de 6 mois en 6 mois. Cette croissance est initialement très forte et équivalente sur tous les sites à la première saison des pluies (les rejets concurrents ont été éliminés en fin de saison sèche). Elle l'est encore à la saison sèche qui la suit avec une fréquence élevée des phénomènes de verse que nous avons décrits. Aux saisons pluvieuse et sèche suivante, la croissance apparaît moins forte. Le rythme phénologique inverse ses baliveaux se confirme alors.

La variation d'un site à l'autre des différentes périodes d'accroissement est difficile à apprécier en raison des petits échantillons comparés, mais on peut observer que les secondes et troisièmes périodes d'accroissement en circonférence ont des valeurs saisonnières inverses pour les individus des versants (sur sols bien drainés) et ceux du centre (sur sols plus ou moins hydromorphes). La tendance est donnée par les individus des sols vertiques à la croissance quasi-nulle au cours de la première saison sèche.

TABEAU 46 : ACCROISSEMENT DE LA HAUTEUR ET DE LA CIRCONFERENCE A LA BASE DE REJETS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* CONDUITS EN BALIVEAUX SUR 2 ANS A WATINOMA (Source : OUEDRAOGO, 1994)

SITES	HAUTEUR (%)	CIRCONFERENCE A LA BASE (%)
HAUTS DE VERSANT (XERIQUES)	14	56
MOYENS VERSANTS	15	101
BAS DE VERSANT ("MESOPHILES")	35	82
BAS-FONDS ("INONDABLES")	15	37
TOUS SITES	27	69

. Echantillon total = 65

. Accroissement, exprimé en % =
$$\frac{\text{accroissement final} - \text{accroissement initial}}{\text{accroissement initial}}$$

. Différence significative uniquement observée sur la variable hauteur : bas de versant > autres sites

Note : les croissances mesurées tous les 6 mois incluent, pour certains individus et notamment sur hauts de versant, des accroissements négatifs liés au rabattage ou à la verse des tiges.

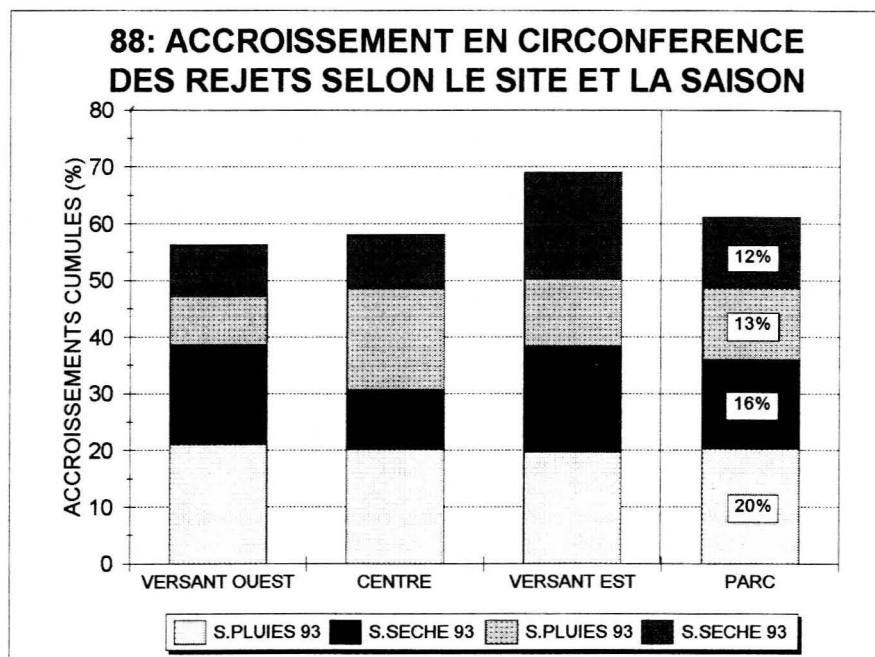
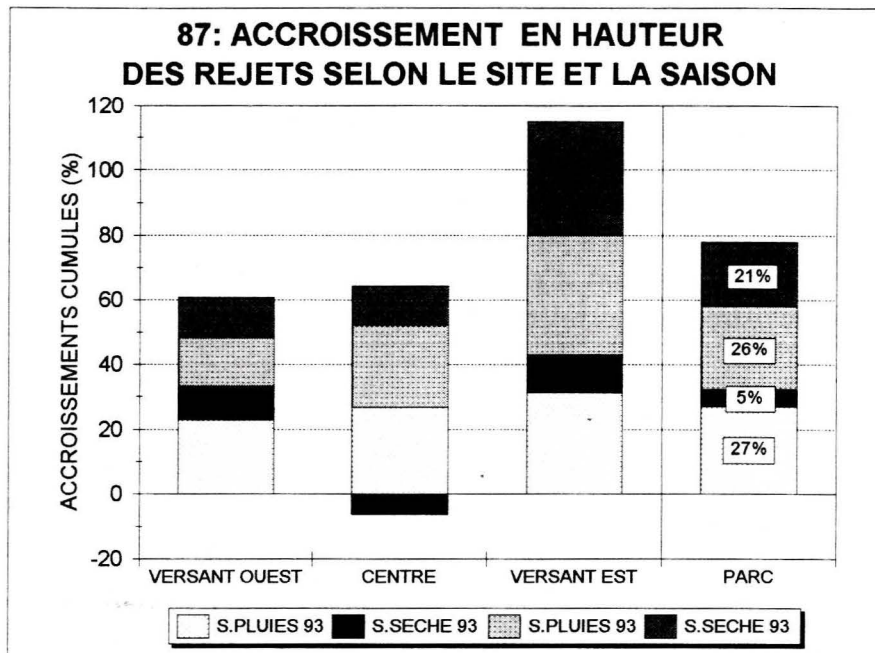
3.2.3. Vitesse de croissance des arbres suivis par relevés dendrométriques

Les valeurs comparatives de l'accroissement annuel moyen sur le rayon (AMR), rapportées au **tableau 47** et figurées aux **graphiques 89 et 90** pour Watinoma **91** et **92** pour Dossi, font ressortir les points suivants :

- entre les parcs de Dossi et de Watinoma, la différence d'AMR varie du simple au double. Cette différence, très hautement significative¹, l'est également à l'échelle des sites et des classes de circonférence comparés ;
- à Dossi, les AMR comparés sont équivalents, par classes de circonférence comme pour l'ensemble de celles-ci. A Watinoma, un écart apparaît à l'avantage des bas de versant. Non significatif, il est le fait des individus de la plus petite classe de circonférence (10-100 cm) et des plus gros faidherbias (200-300 cm) ;

¹ Analyse de variance faite avec un risque $\alpha = 5\%$

GRAPHIQUES 87 ET 88: ACCROISSEMENTS MOYENS EN HAUTEUR ET EN CIRCONFERENCE DES REJETS DE FAIDHERBIA ALBIDA CONDUITS EN BALIVEAUX A DOSSI AU COURS DE 2 ANS DE SUIVI (PAR PERIODE DE 6 MOIS)



- cette dernière observation vaut pour les arbres de Dossi : les plus gros ont les accroissements absolus les plus élevés. Mais en valeur relative, les tendances sont exactement inverses sur tous les parcs. La croissance la plus rapide est assurée par les individus de la classe 10-100 cm, quelque soit le site. Les valeurs de l'AMR varient de 7 à 9 % par an à Watinoma de 3 à 4 % par an à Dossi. A nouveau, la différence apparaît marquée entre les deux parcs, les individus des bas de versant de Watinoma ayant les croissances relatives les plus fortes. Mais sur les deux parcs, les brins les plus jeunes -de plus petite circonférence (10 à 50 cm)- ont la croissance initiale la plus rapide (+ 14 % sur le rayon par an). Cette vigueur de croissance confirme celle préalablement enregistrée sur les rejets balivés et suivis ;

TABEAU 47 : ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS SUR LE RAYON DE FAIDHERBIA ALBIDA PAR SITE ET PAR CLASSE DE CIRCONFERENCE A DOSSI ET A WATINOMA

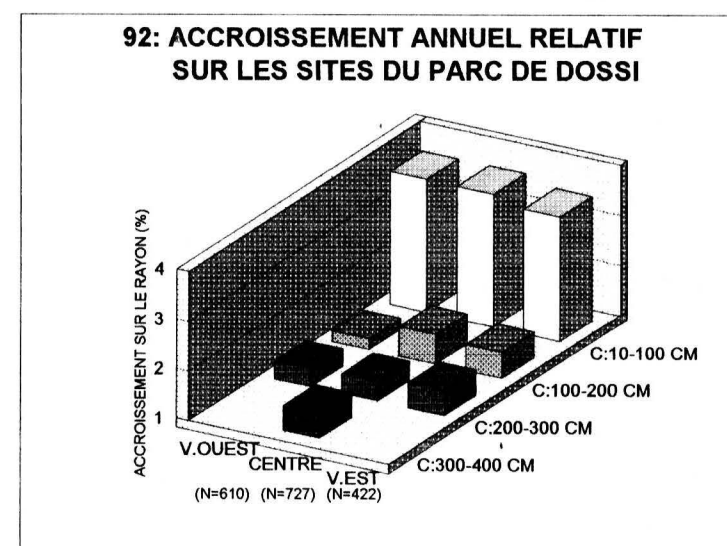
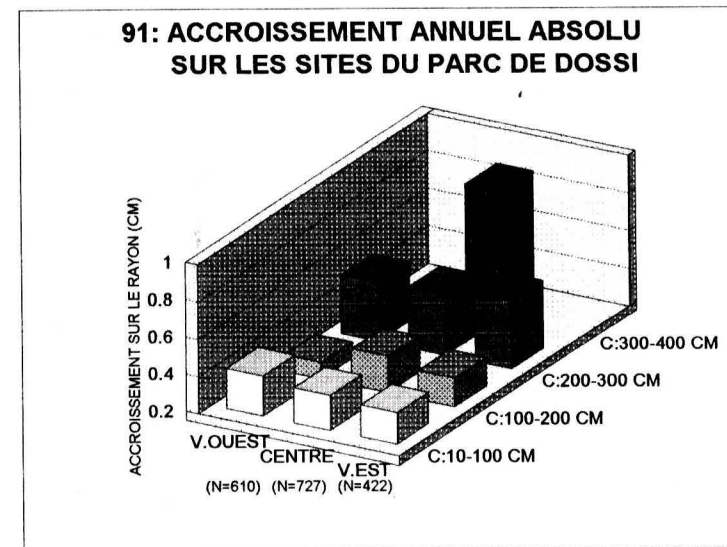
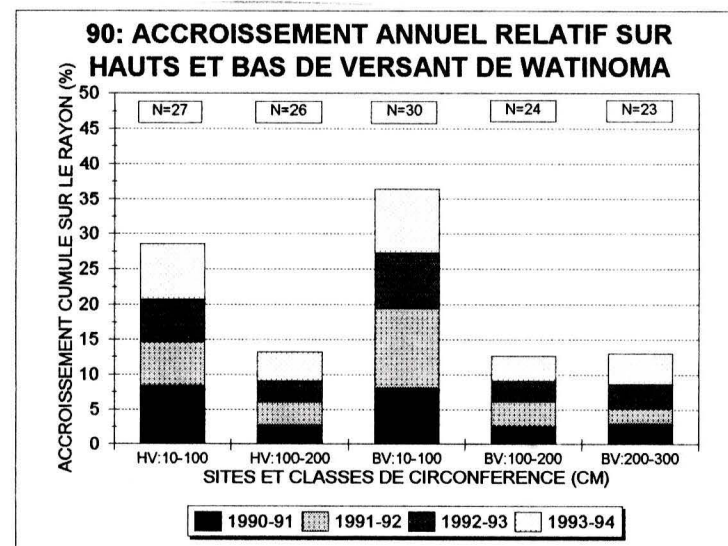
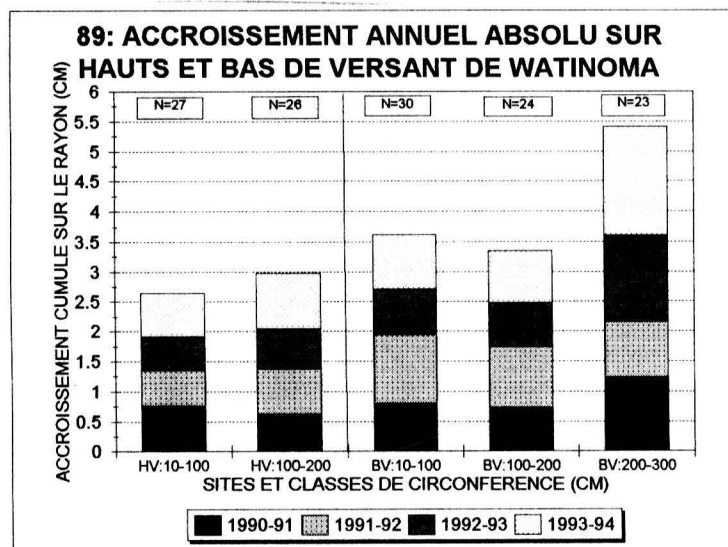
TERROIRS ET SITES		N	CLASSES DE CIRCONFERENCE (CM)				
			10-100	100-200	200-300	300-400	Toutes circonférences
WATINOMA (1)	1. Hauts de versant	53	0.7 (0.4)	0.8 (0.3)	-	-	0.7 (0.3)
	2. Bas de versant et bas-fonds	77	0.9 (0.4)	0.8 (0.4)	1.4 (0.6)	-	1.0 (0.5)
	Parcs	130	0.8 (0.3)	0.8 (0.3)	1.4 (0.6)	-	0.9 (0.4)
DOSSI (2)	1. Versant ouest	610	0.4 (0.4)	0.3 (0.3)	0.5 (0.6)	-	0.4 (0.4)
	2. Centre	727	0.4 (0.3)	0.4 (0.8)	0.5 (0.8)	0.9 (0.6)	0.5 (0.8)
	3. Versant est	422	0.4 (0.1)	0.4 (0.4)	0.6 (0.6)	-	0.4 (0.4)
	Parcs	1759	0.4 (0.3)	0.3 (0.3)	0.5 (0.4)	0.9 (0.6)	0.4 (0.5)

N = Echantillon

(1) = Moyennes établies sur 4 années de mesure (1990-94)

(2) = Moyennes établies sur 2 années de mesure (1992-94)

(x) = Ecart-type à la moyenne/en cm



N: ECHANTILLON C: CIRCONFERENCE V: VERSANT

GRAPHIQUES 89 A 92: ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS SUR LE RAYON DE FAIDHERBIA ALBIDA, A DOSSI ET A WATINOMA, SELON LE SITE ET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE

- l'accroissement relatif sur le rayon présente des valeurs moyennes similaires pour les individus des classes adultes et vieillissantes, de 100 à 400 cm de circonférence. Elles sont de l'ordre de 1 à 2 % par an à Dossi et de 3 à 4 % à Watinoma équivalentes, sur chaque parc, entre les sites comme entre les classes de circonférence ;
- un point important concerne la variabilité inter-individuelle de l'AMR. Quelque soit le parc et le site, sa valeur relative peut varier de 0 à 30 % par an. Pour quelque individus parmi les plus jeunes de Watinoma, elle peut atteindre plus de 50 %. Si l'imprécision de la mesure de la circonférence des arbres, faite chaque année au ruban gradué, ne permet pas l'enregistrement des accroissements les plus fins, il est cependant probable que certains arbres, surtout à Dossi, ont des accroissements nuls ou quasi-nuls certaines années. Ainsi, au cours des deux années de mesure des arbres de Dossi 1 individu sur 3 n'a pas grossi en circonférence ou a eu un accroissement quasi-nul. Parmi ceux-là, les arbres des sols vertiques ont les plus faibles AMR (moyenne : 1 mm/an sur le rayon).

Par comparaison, à Watinoma, durant les quatre années de suivi dendrométrique, rares sont les individus à avoir une croissance nulle ou presque nulle (quelques % de l'effectif). La variation est cependant très forte sur le site aval aux conditions hydriques distinctes entre les bas de versant et les bas-fonds, sans doute à l'origine des écarts observés (0 à 50 %). Ainsi, la plupart des arbres adultes situés entre le bas de versant et la bordure des bas-fonds ont-ils eu des accroissements annuels moyens de 2 mm sur le rayon, soit une croissance aussi médiocre que celle des arbres sur vertisols à Dossi. En raison de l'imprécision des mesures, précédemment évoquées, et compte tenu des fortes variabilités individuelles de l'AMR, il n'a pas été possible de faire une analyse comparative des années de croissance (figurées aux **graphiques 89 et 90**).

3.2.4. Lecture des cernes des arbres tariérés

Si, sur des sections entières de tiges, les variations sont facilement identifiables et permettent de dater l'arbre avec précision, elles sont beaucoup plus difficiles à distinguer sur des carottes de sondage sèches dont le diamètre, c'est-à-dire la longueur sur laquelle chaque limite est observable, est de l'ordre de 3 mm. A cette gêne due à l'étroitesse de l'échantillon, s'ajoutent parfois des difficultés d'interprétation, dues aux cicatrisations de petites blessures de quelques mm, de taches médullaires de 1 ou 2 mm, ainsi qu'à la présence ou encore à la proximité d'un noeud et, surtout, à des nécroses.

Cependant, plusieurs variations des éléments du plan ligneux ont contribué à la détection des limites d'accroissement, la présence conjuguée de deux ou de plusieurs d'entre elles permettant de définir avec certitude la limite de l'accroissement annuel (DEPOMMIER et DETIENNE, 1996) :

- fibres à parois plus épaisses et à section plus aplaties dans le bois final ; ce caractère aide la recherche des limites mais ne peut à lui seul qualifier la limite d'une façon sûre ;
- cellules de parenchyme : section aplatie dans le bois final donnant l'impression d'un resserrement de ce tissu. Ce caractère est très fiable ; il est, de plus, particulièrement bien visible lorsque du parenchyme de bois initial succède au parenchyme de bois final. Dans ce cas, peut apparaître une mince ligne sombre de cellules parenchymateuses très aplaties et cristallifères, à l'allure d'une fine ligne fibreuse ;
- rectitude du contact parenchyme-fibre : en cours d'accroissement, le parenchyme circumvasculaire (parfois en bande) a un contour toujours un peu sinueux ou onduleux mais, à la limite-même de l'accroissement, le contour abaxial tend à être rectiligne et assez bien perpendiculaire aux rayons ;
- vaisseaux de plus grand diamètre dans le bois initial : cette variation, pas toujours visible selon les arbres ou les années, ne peut pas à elle seule positionner avec certitude une limite de cerne ;
- fine ligne de parenchyme apparaissant par bribes dans le tissu fibreux ; ce caractère apparemment très fiable n'a été que rarement observé.

3.2.5. Evaluation de l'âge en fonction de la circonférence

Le **graphique 93** donne les droites de régression de l'âge probable des faidherbias tariérés (AGP), déterminé sur les carottes prélevées en fonction de la circonférence (CIR) pour les 78 arbres des peuplements de Dossi et de Watinoma.

Le modèle d'équation des différentes régressions obtenues est de la forme :

$$\text{AGP (ans)} = a \text{ CIR (cm)} + b$$

Pour les différents sites comptant 34 individus tariérés du parc de Dossi et 44 du parc de Watinoma (N), six équations ont été déterminées qui sont données au **tableau 48**.

Pour autant que les résultats de l'analyse de variance soient hautement significatifs, les corrélations sont cependant moyennes ; la circonférence n'explique que 50 à 60 % de la variabilité de l'âge probable.

L'analyse différenciée d'un site à l'autre entre individus des haut et des bas de versant, à Watinoma, permet de préciser la relation, consolidée pour les sites de bas des versant mais, à l'inverse, moins bien déterminée pour les sites de haut de versant.

A Dossi, la réduction de l'échantillon limite l'analyse du sous-échantillonnage, initialement structuré en fonction des trois principales unités géomorphologiques du parc.

Aussi, on a regroupé :

- d'une part, les dix individus du bas de versant ouest et, en aval, dix autres de la dépression centrale, en bordure de son bas-fond ; les sols qui diffèrent ici par leur profondeur ont cependant un même substrat ;
- d'autre part, les dix arbres du versant ouest et 14 autres du versant est. Les sols y sont de nature distincte mais s'apparentent par leur profondeur faible à moyenne, par opposition à ceux de la dépression centrale, profonds. La relation apparaît ici la moins bien déterminée. L'apport de variables complémentaires (surface du houppier et hauteur des individus tariérés) ne contribue pas à mieux expliquer l'âge des arbres, ni à améliorer la précision des régressions.

La prise en compte de ces variables dendrométriques peut apparaître inappropriée dans le cas de *Faidherbia albida* à Watinoma où l'espèce est ordinairement sujette à l'émondage ; cependant les individus tariérés ne présentaient pas de traces d'émondage récents.

En définitive, l'âge des arbres peut être approximativement évalué en fonction de la circonférence, à 1,30 m du sol, par une simple relation linéaire qui s'avère affectée d'une précision meilleure à Watinoma qu'à Dossi (et sensiblement mieux déterminée pour les peuplements des versants). S'il est vraisemblable qu'un plus large échantillonnage aurait amélioré la précision des régressions (en particulier pour différencier les sites ou unités morphologiques), il est de fait que la circonférence ne suffit pas à elle seule, dans tous les cas, à dater l'arbre avec une certaine précision.

Pour les parcs de Watinoma et de Dossi, le domaine d'application de la relation entre l'âge et la circonférence intéresse les arbres compris entre 50 et 250 cm de circonférence, qui représentent respectivement 70 et 80 % des effectifs des parcs. L'âge probable obtenu en appliquant ces régressions est donné au **tableau 49**.

A circonférence égale, les arbres de Dossi, terroir le plus humide et aux sols les plus fertiles, sont significativement plus âgés que ceux de Watinoma. Ce qui équivaut à dire que l'accroissement moyen annuel sur le rayon est supérieur pour les arbres de Watinoma, de l'ordre de 50 % par rapport à Dossi. La différence est hautement significative ainsi qu'il ressort de l'analyse de variance faite sur les accroissements annuels moyens. Cette évaluation recoupe parfaitement celle faite à travers les mesures de la circonférence précédemment analysée.

A Watinoma où les jeunes arbres et baliveaux sont plus nombreux qu'à Dossi, on peut estimer que plus de 50 % des individus ont entre 10 et 30 ans alors qu'à Dossi, plus de la moitié aurait entre 20 et 50 ans.

Ces estimations d'âge correspondent approximativement à une génération d'homme à Watinoma et à deux générations à Dossi, où le parc a un faciès vieillissant au renouvellement compromis si un plus grand nombre de régénérations ne sont pas conservées dans les années à venir.

TABEAU 48 : EQUATION DE REGRESSION DE L'AGE PROBABLE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE SUR LES SITES DE DOSSI ET WATINOMA

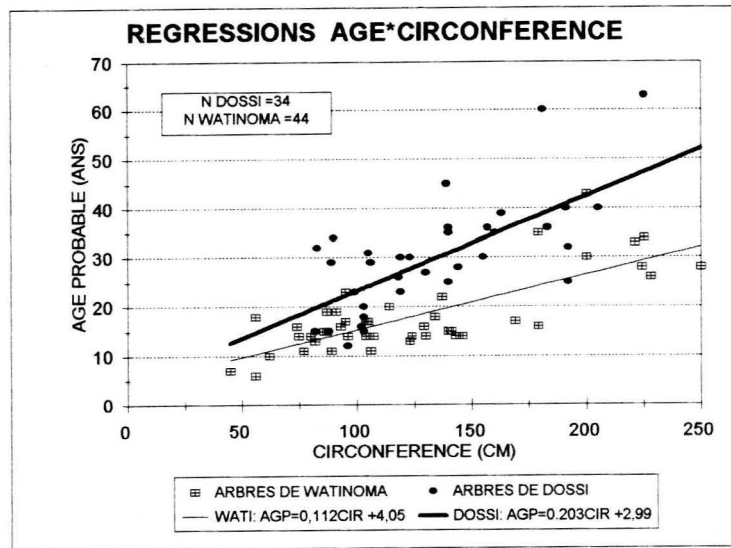
PARCS	SITES	N	EQUATIONS DE REGRESSION	R ²	INTERVALLE DE CONFIANCE
DOSSI	Tous sites	34	AGP = 0,20 CIR + 3	0,49	a : 0,20 ± 0,07 b : 3 ± 1,5
	Versant ouest et versant est	24	AGP = 0,19 CIR ± 3,5	0,46	a : 0,19 ± 0,1 b : 3,5 ± 1,4
	Versant ouest et bordures de bas-fonds	20	AGP = 0,22 cir ± 2,7	0,53	a : 0,22 ± 0,1 b : 2,7 ± 1,5
WATINOMA	Tous sites	44	AGP = 0,11 CIR ± 4,1	0,58	a : 0,11 ± 0,03 b : 4,1 ± 4
	Hauts de versant	20	AGP = 0,07 CIR ± 7,5	0,46	a : 0,07 ± 0,04 b : 7,5 ± 4,5
	Bas versant, bordures de bas-fonds	24	AGP = 0,13 CIR ± 3	0,63	a : 0,13 ± 0,04 b : 3 ± 3

Les intervalles de confiance des paramètres a et b des différentes équations sont données pour un risque $\alpha = 5\%$; CIR en cm

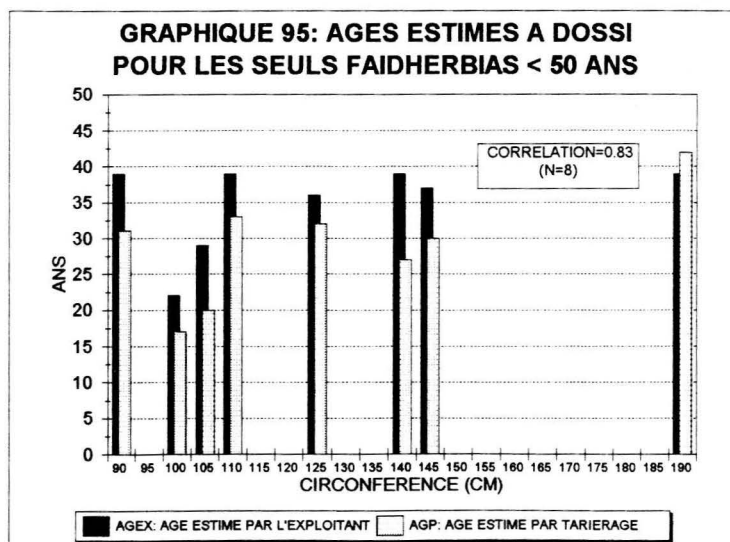
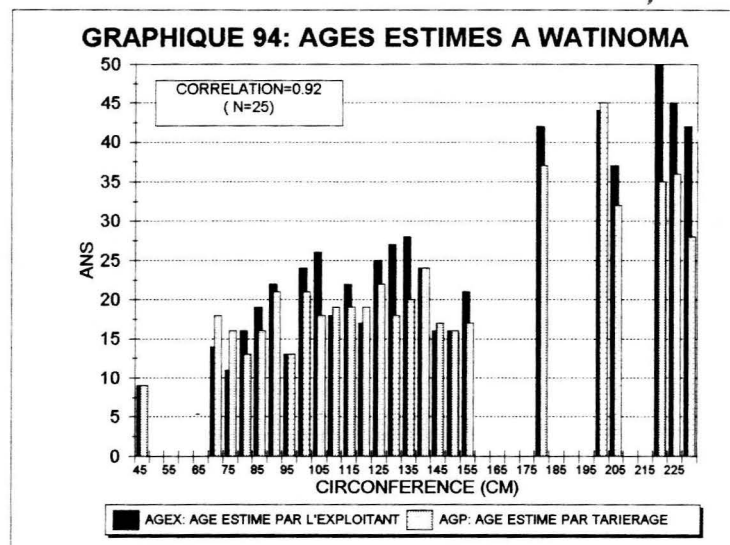
TABEAU 49 : AGE PROBABLE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A DOSSI ET A WATINOMA AUX STADES JEUNE, ADULTE ET ADULTE VIEILLISSANT

CIRCONFERENCE	50 CM	150 CM	250 CM
Age probable à Dossi	13 ± 4 ans	34 ± 11 ans	51 ± 18 ans
Age probable à Watinoma	10 ± 2 ans	21 ± 5 ans	32 ± 8 ans

GRAPHIQUE 93: PREDICTION DE L'AGE DE FAIDHERBIA ALBIDA PAR TARIERAGE EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE A DOSSI ET A WATINOMA



GRAPHIQUES 94 ET 95: COMPARAISON DES AGES ESTIMES DE FAIDHERBIA ALBIDA PAR LES EXPLOITANTS ET PAR TARIERAGE A WATINOMA ET A DOSSI



Si les régressions obtenues n'ont pu être établies en intégrant les plus gros individus de 3 à 5 m de circonférence (non échantillonnés car tous chancreux), il est cependant vraisemblable que ces arbres aient environ un siècle à Dossi et 60 à 80 ans à Watinoma.

Pour les arbres les plus jeunes, de 10 cm à 50 cm de circonférence, l'appréciation de l'âge est sujette à de fortes variabilités dans la mesure où les individus sont à ce stade encore très exposés aux rabattages intempestifs des agriculteurs et, dans une moindre mesure, à l'abrutissement par le bétail. De fait, plusieurs années peuvent être escamotées ainsi qu'on a pu l'observer sur des baliveaux conduits sur deux à trois ans à Dossi comme à Watinoma.

Pour cette raison, l'âge des individus évalué à différents stades, entre 50 et 250 cm de circonférence, peut être considéré comme sous-estimé. Aussi, pour toute régression calculée, il apparaît justifié d'ajouter deux années.

3.2.6. Accroissement annuel moyen des arbres tariérés

L'évaluation de la vitesse de croissance des arbres tariérés avait un double intérêt : celui de pouvoir interpréter celle-ci sur la totalité de la vie de l'arbre, et de comparer ces résultats avec ceux précédemment analysés sur un très large échantillonnage mais sur une brève période de mesures.

Le **tableau 50** compare les accroissements moyens annuels sur le rayon et leur variabilité mesurés sur l'ensemble des *Faidherbias* tariérés. On retrouve ici la différence déjà relevée de la vitesse de croissance entre les individus de Dossi et de Watinoma : ces derniers ont une croissance en circonférence significativement supérieure aux premiers d'un facteur d'ordre 2.

Par ailleurs, au sein de chaque parc, il n'existe pas de différence significative entre les échantillons constitutifs des 3 sites à Dossi et des 2 sites à Watinoma. L'accroissement annuel moyen sur le rayon n'est pas meilleur sur les sites les plus humides (à Watinoma) ou les plus fertiles (à Dossi) et la tendance paraît même inverse.

Ces valeurs moyennes de l'accroissement annuel sur le rayon, mesurées à partir des cernes comptés sur les carottes de bois (**cf. figure 15**), montrent que *Faidherbia albida* a une croissance en circonférence relativement rapide, même sur les sites les plus ingrats. La largeur moyenne des cernes de certains individus atteint 15 à 17 mm à Watinoma. Cependant une grande variabilité existe entre les individus du même site et il arrive qu'un arbre puisse être deux fois plus âgé que son voisin de même diamètre.

TABEAU 50. : ACCROISSEMENT ANNUEL MOYEN SUR LE RAYON DES FAIDHERBIA ALBIDA TARIERES SUR LES DIFFERENTS SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA

SITES :	WATINOMA			DOSSI			
	Tous sites	Haut versant	Bas versant	Tous sites	Versant est	Versant ouest	Centre
CIR	125 ± 52	114 ± 45	135 ± 58	134 ± 39	125 ± 32	132 ± 45	154 ± 33
AMR ⁽¹⁾	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,1 ± 0,3	0,7 ± 0,2	0,8 ± 0,2	0,7 ± 0,2	0,6 ± 0,1
AMR ⁽²⁾							
max.	1,7	1,7	1,6	1,2	1,2	1,1	0,8
min.	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5

CIR : Circonférence moyenne en cm

⁽¹⁾ AMR : Accroissement annuel moyen sur le rayon en cm ± écart-type = rayon moyen sous écorce/âge probable
Différence hautement significative entre les AMR des faidherbias de Dossi et ceux de Watinoma, mais non significative entre sites sur chaque parc (analyse de variance avec analyse comparative des moyennes faites avec un risque $\alpha = 5\%$)

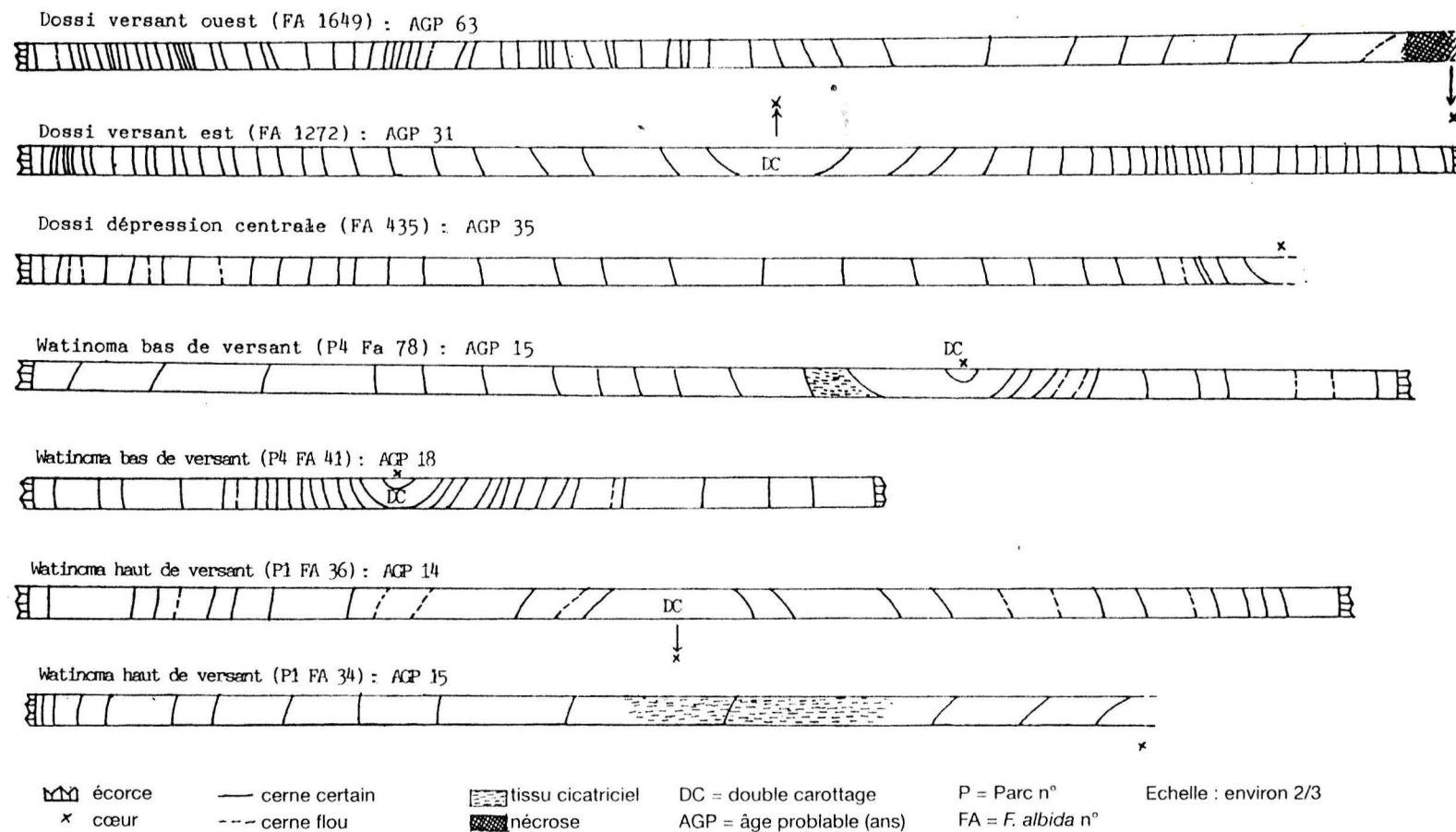
(2) max. et min. : Valeurs maximales et minimales de l'AMR

Cette observation est conforme aux résultats enregistrés à travers les suivis dendrométriques et les mesures d'accroissement sur circonférence dont la variabilité ne résulte donc pas d'une imprécision de la méthodologie.

Par contre, une différence apparaît entre les deux types de mesure qui montre que toutes les valeurs des accroissements annuels moyens interprétés sur carottes sont plus élevées que celles directement tirées de la circonférence des arbres. Cette différence est plus marquée à Dossi qu'à Watinoma. Elle peut être interprétée comme suit :

- tous les individus sélectionnés pour le tariérage sont des arbres sains, vigoureux et, pour le moins ils sont bien-venants et non chancreux. Ceci n'est évidemment pas le cas de l'ensemble des peuplements sur lesquels le suivi dendrométrique a été appliqué. L'écart est d'autant plus marqué à Dossi, que beaucoup d'arbres adultes y ont un état sanitaire médiocre à mauvais ;

**FIGURE 15: NOMBRE, DISPOSITION DES CERNES ET AGES DETERMINES SUR 7 ECHANTILLONS DE BOIS
PRELEVES A LA TARIERE DE PRESSLER SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA**



- l'accroissement mesuré directement sur la circonférence ne concerne que 3 à 5 années de suivi. Pour cette raison, la comparaison est partiellement tronquée. Elle ne prend pas en compte, notamment, les accroissements initiaux généralement plus élevés que ceux des dernières années ;
- malgré toutes les précautions prises dans le choix des arbres tariérés sur des critères sanitaires externes, il s'est avéré difficile d'interpréter certaines carottes présentant des limites floues de cernes, des variations de la structure du bois liées à réactions cicatricielles (écorçages) ou à des nécroses et cela bien que le quart des carottes, les plus douteuses, aient été ignorées dans l'analyse. Malgré des ajustements faits dans le comptage des cernes pour répondre à cette difficulté d'interprétation, il est également possible qu'à ce niveau-là une légère sous-estimation de l'âge -et donc une sensible surestimation de l'accroissement sur le rayon- ait été faite.

3.2.7. Comparaison entre l'âge évalué sur tariérage et l'âge estimé par l'exploitant

A travers les enquêtes faites auprès des exploitants afin d'obtenir leur estimation de l'âge des faidherbias de leur champ, il est apparu que plus l'arbre était gros, et donc âgé, plus l'estimation devenait incertaine. Les repères précis dans le temps apparaissaient pour beaucoup difficiles à fixer, ne pouvant être relativisés qu'en fonction d'événements majeurs tels que l'Indépendance, la Révolution ou les décès.

Aussi, pour Dossi, les arbres tariérés étant à la fois plus gros en circonférence et plus âgés d'après l'interprétation faite sur tariérage, l'estimation par les exploitants de l'âge de presque tout l'échantillon s'est avérée très aléatoire dans la mesure où les estimations de plus de 40 ans, fréquemment citées ne faisaient plus référence à leur période d'activité, voire à leur vie-même. On doit en conséquence considérer avec beaucoup de réserve les estimations des arbres les moins âgés de Dossi et ignorer celles des plus vieux.

A Watinoma, comme la plupart des estimations données par les exploitants s'étalent entre 10 et 30 ans -soit l'échelle d'une génération- celle-ci se sont révélées beaucoup plus fiables qu'à Dossi. C'est ce qui ressort du **tableau 51** qui compare les âges moyens estimés par les exploitants et par tariérage.

L'estimation de l'âge des arbres par les exploitants est pour le cas de Watinoma assez proche de celle obtenue par tariérage. On note sur le **graphique 94** que l'écart est assez faible ainsi qu'il ressort du **graphique 94**. Les équivalences sont totales ou presque, à un an près, pour 8 des 25 individus comparés. Les écarts les plus forts affectent les arbres les plus âgés mais certains individus, encore jeunes, montrent des écarts de cinq à dix ans dans les estimations comparées. Il reste que la régression établie entre l'âge estimé par les exploitants et celui évalué sur tariérage est hautement significative et très bien déterminée ($R^2 = 0,84$).

L'écart moyen de deux ans observé est vraisemblablement lié aux accroissements nuls ou très faibles, non identifiables sur les carottes de bois. On peut également faire l'hypothèse que le développement initial des rejets en baliveaux, très aléatoire en raison des rabattages successifs possibles, contribue beaucoup à expliquer les écarts d'âges comparés. Plus de deux ou trois années peuvent échapper à la tarière.

Quant aux estimations d'âge de Dossi, il n'est guère possible de les prendre toutes en compte (cf. **graphique 95**). Pour les arbres donnés comme les plus âgés (> 50 ans), les chiffres avancés apparaissent très exagérés et largement décalés avec ceux estimés par tariérage. Plus l'âge avancé est grand, plus l'écart est important et plus faible est la corrélation avec l'estimation faite sur tariérage. Ces surestimations d'âge, presque toujours données pour les vieux arbres que n'ont pas connus les exploitants, sont aussi faites par les plus vieux exploitants pour eux-mêmes qui peuvent annoncer un âge de 120 à 130 ans. Par contre, en ne considérant que l'échantillonnage réduit des arbres estimés à moins de 40 ans par les exploitants, la relation entre l'âge probable estimé par tariérage (AGP) et l'âge estimé par les exploitants (AGEX) apparaît bien corrélée ($R^2 = 0,68$) et hautement significative.

Comme à Watinoma, on relève que l'âge estimé par les exploitants est, à une exception près, supérieur à l'âge estimé sur carotte. Mais l'écart est à Dossi plus élevé : 20 %, en ne prenant en compte que l'échantillonnage le plus fiable (réduit aux arbres estimés à moins de 40 ans) ce qui représente en moyenne 6 ans de différence. On peut attribuer à cette dernière des sous-estimations d'âge liées à des accroissements nuls ou très faibles, plus marqués à Dossi qu'à Watinoma en raison de la moins bonne croissance des *Faidherbias* sur ce parc. Le rabattage des baliveaux plus systématique à Dossi qu'à Watinoma, est sans doute à l'origine de décalages d'âge importants. Nous l'avons vérifié sur le terrain où l'âge donné à des baliveaux issus de rejets initialement suivis intégrait souvent les années d'éventuels rabattages ou étêtage.

Il est évident que le maintien des individus sur plusieurs années à l'état de rejet et, corrélativement, la prise en compte de l'âge des souches peuvent considérablement relativiser l'âge des *Faidherbias*.

Ce sont ces raisons majeures qui nous a conduit à étudier les appareils racinaires, à évaluer leur âge et rechercher une correspondance avec les appareils aériens.

3.2.8. Correspondance d'âges entre la tige et le pivot racinaire

Sur les deux plantations de *Faidherbia albida* d'âge connu (8 et 5 ans), le nombre de cernes compté dans les tiges et dans les racines est donné dans le **tableau 52**.

Pour la première série (arbres âgés de 8 ans), la plupart des individus ont un nombre de cernes inférieur d'une à deux unités par rapport à l'âge réel. Ce décalage n'est pas surprenant car les échantillons prélevés présentaient presque tous des attaques d'insectes et des nécroses sur le dernier cerne, voire sur l'avant-dernier et même sur l'antépénultième ; certains individus étaient dépérissants à la coupe et présentaient des racines de faible circonférence au collet. La légère sous-estimation étant ainsi expliquée, la liaison intime entre le nombre de cernes et l'âge de l'individu n'est donc pas remise en cause pour cette série.

TABEAU 51 : COMPARAISON DES AGES MOYENS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ESTIMES PAR LES EXPLOITANTS DE DOSSI ET DE WATINOMA ET PAR TARIERAGE

PARCS	ECH.	CIR (cm)	AGEX (ans)	AGP (ans)	ECART (%)	CORRELATION AGEX-AGP
DOSSI :						
ECH < 40 ans	8	125 ± 31	35 ± 6	29 ± 7	20	R ² = 0,7 (HS)
ECH 50-60 ans	8	112 ± 32	54 ± 2	28 ± 10	48	R ² = 0,2 (NS)
ECH > 60 ans	18	149 ± 38	81 ± 15	35 ± 12	56	R ² = 0,1 (NS)
WATINOMA						
ECH < 50 ans	25	128 ± 52	25 ± 11	22 ± 9	13,5	R ² = 0,8 (THS)

ECH. : Echantillon par classes d'estimation de l'âge (AGEX)

CIR : Circonférence moyenne ± écart-type.

AGEX : Age estimé par les exploitants (moyenne des

AGEX ± écart-type).

AGP : Age probable estimé sur carottes de bois (moyenne des AGP, augmentée de deux ans pour sous-estimation âge au stade juvénile) ± écart-type.

Signification statistique des régressions calculées pour un risque $\alpha = 5\%$;

THS : Très hautement significatif

HS : Hautement significatif

NS : Non significatif

TABEAU 52 : CIRCONFERENCES MOYENNES, NOMBRE DE CERNES ET ACCROISSEMENTS ANNUELS MOYENS SUR LE RAYON DES TIGES ET RACINES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* PRELEVEES SUR PLANTATIONS EXPERIMENTALES A GONSE*

AGEDES PLANTA- TIONS	ECH.	CIR tige	CIR racine	CERNES SUR TIGE	CERNES SUR RACINE	AMR tige	AMR racine
8 ans	20	41,1 ± 12,6	26,6 ± 7,3	6,1 ± 0,9	6,1 ± 0,6	0,75 ± 0,23	0,5 ± 0,15
5 ans	20	25,8 ± 1,7	28 ± 1,8	4,8 ± 0,4	4,8 ± 0,4	0,76 ± 0,05	0,86 ± 0,05

* Station IRBET à 15 km de Ouagadougou

CIR : Circonférence en cm, sur écorce, à 5 cm au-dessus et en dessous du collet de chacun des 20 échantillons (ECH).

AMR : Accroissement annuel moyen sur le rayon en cm, sous écorce, mesuré sur rondelles découpées au-dessus et au-dessous du collet.

± : Toutes valeurs assorties de l'écart-type

ECH. : Echantillon

Malgré ce léger décalage, dû au mauvais état sanitaire de la plantation la plus âgée, l'intégration des deux séries de données reliant l'âge connu (AGC) et le nombre de cernes aériens (NCA) et racinaires (NCR), régression a priori multiple, donne finalement la régression simple suivante, hautement significative :

$$\text{AGC (ans)} = 1,30 \text{ NCR} - 0,61,$$

avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,57$

et un intervalle de confiance $a = 1,30 \pm 0,37$ pour un risque $\alpha = 5 \%$.

Le nombre de cernes racinaires pouvant être assimilé à un nombre d'années, un âge probable a donc été déterminé pour les 30 appareils racinaires extraits à Watinoma sur les sites de haut de versant. L'équation de régression, établie sur un échantillonnage réduit à 24 rondelles interprétables (échantillons aux coeurs chancreux ou aux cernes douteux exclus), s'écrit comme suit :

$$\text{AGP (ans)} = 0,44 \text{ CIR (mm)} + 4,6$$

CIR : circonférence sous collet,

avec un coefficient de détermination $R^2 = 0,70$,

et un intervalle de confiance $c = 0,44 \pm 0,13$ pour un risque $\alpha = 5 \%$.

L'application de cette régression, assez bien déterminée, donne un âge allant de 9 à 27 ans pour des cépées de circonférence sous collet allant de 10 à 50 cm (moyenne : 14 ans pour 21 cm, avec un coefficient de variation de 21 %).

Sur ces systèmes racinaires, la largeur moyenne des accroissements annuels, calculée sur la base du nombre de cernes et du rayon moyen sous écorce, est faible (en moyenne de $2,3 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ sur les 24 rondelles observées).

Il n'est pas improbable que l'âge (âge ou nombre de cernes vus) ait été sous-estimé car les rabattages de rejets, souvent totaux et fréquents, pourraient être la cause de cernes nuls ou de cernes très minces et difficiles à détecter. Si tel était le cas, la vitesse de croissance serait donc surestimée.

Finalement, selon toute vraisemblance et d'après nos propres observations de terrain, en regard de la dimension des pivots, certains systèmes racinaires sont sans doute très vieux, beaucoup plus âgés que ne le laisse prévoir la régression mathématique.

3.3. CONCLUSION

Quelque soit la méthode utilisée -relevés dendrométriques ou tariérage-, l'accroissement annuel moyen sur le rayon (AMR) des *Faidherbias* de Watinoma est 2 fois supérieur à celui des *Faidherbias* de Dossi. On peut qualifier la croissance des arbres de Watinoma d'assez rapide variant pour l'AMR entre 0,9 et 1,1 cm et celle de Dossi de croissance, variant entre 0,4 et 0,7 cm.

Ces valeurs correspondent à celles mesurées ailleurs en Afrique de l'Ouest ou de l'Est (GIFFARD, 1969 ; MARIAUX, 1966 et 1970 ; WICKENS, 1966) ou encore en Israël (KARSCHON, 1961).

On peut toutefois s'étonner que les meilleurs accroissements soient réalisés à Watinoma, en zone subsahélienne, sur sols de médiocre fertilité, et non à Dossi sur des sols plus fertiles et sous une pluviométrie plus abondante.

La différence est vraisemblablement liée au fait que l'espèce, feuillée en saison sèche, a une saison de végétation plus longue à Watinoma qu'à Dossi, d'environ deux mois. Une telle interprétation avait déjà été faite par BILLAND (1991) à propos des différences observées sur la hauteur et la circonférence dans un essai comparatif de provenances testées à Dindéresso (sud-ouest du Burkina Faso) et à Gonsé (au centre, près de Ouagadougou).

On doit alors considérer que les arbres ont des besoins satisfaits en eau laquelle n'est donc pas un facteur limitant pour l'espèce en saison sèche.

De la même façon, à l'échelle des sites de Watinoma, les arbres des hauts de versant n'ont pas d'accroissements moindres que ceux des bas de versant, sur des sites mieux alimentés en eau. Ces arbres ont à l'évidence accès à la nappe d'eau du sol, à plus grande profondeur qu'en aval. Phréatophytes, les individus des sites xériques ont cependant une survie plus précaire et une croissance de la partie aérienne plus lente au stade juvénile tant que les pivots n'ont pas pleinement assuré leur accès à la nappe d'eau.

A Dossi, les variations entre sites sont peu différenciées entre versants et centre du parc mais les sites les plus xériques (sur cuirasse) n'ayant pas fait l'objet d'un échantillonnage, la comparaison n'est pas totale.

Cependant, les sites les plus favorables à l'espèce se situent au delà des zones de crue, mal drainées car, sur le parc de Dossi, le petit échantillon d'arbres situés sur sols vertiques à la croissance la plus faible.

Quel est l'effet de l'émondage sur la croissance de *Faidherbia albida* ? Bien que ne l'ayant pas expérimentalement évalué, nous pouvons dire que cet effet n'est apparemment pas négatif si on considère l'effectif de Watinoma qui est en presque totalité émondé chaque année. Si l'intensité, la fréquence et la période d'émondage sont certainement des facteurs modulant la croissance, on peut déjà noter que l'espèce à une reprise de croissance à l'émondage, même total, tout à fait remarquable. C'est une des conclusions d'un essai présenté

dans la partie V de notre étude au chapitre traitant du suivi de l'évaluation de la biomasse fourragère.

Mais, si un arbre émondé sans discontinuité au cours de la saison de végétation a vraisemblablement une croissance faible à quasi-nulle, il n'est pas certain qu'un arbre modérément émondé n'ait pas une meilleure croissance qu'un arbre non émondé. Du moins est-ce l'avis des Peuls. La plupart des pasteurs peuls qui ont un véritable savoir en matière de gestion de *Faidherbia albida* n'appliquent que rarement ou faiblement l'émondage en début de saison sèche, au plus fort de son accroissement (débourrement des bourgeons et allongement des pousses feuillées). Il le sera généralement après la fructification, au milieu de la saison sèche, pour le fourrage, mais aussi pour stimuler la repousse en fin de saison sèche, lorsque les besoins des animaux sont au maximum. Les refeuellaisons qui suivent ces émondages, observées sur deux à trois mois au cours de la saison des pluies, prolongent d'autant la croissance des arbres, à une période de chaleur et d'humidité très favorables au développement végétatif des arbres. On peut également considérer que l'émondage a un double effet, à la fois sanitaire et de réjuvenilisation, qui peut induire une meilleure croissance et limiter ou différer les dépérissements et la sénescence qui affectent une large partie de l'effectif de Dossi.

En fin de compte, l'émondage pourrait être un facteur favorable dans le bilan de l'accroissement de *Faidherbia albida*, ses effets induits faisant plus que compenser la réduction de surface du houppier -et donc le déficit de croissance- lors des prélèvements.

En ce qui concerne la croissance des rejets conduits en baliveaux, des effets comparables de site ont été mesurés à Dossi, sur vertisols, et à Watinoma sur les sols inondables des bas-fonds : on y enregistre les plus faibles accroissements.

Ailleurs, la croissance initiale des faidherbias apparaît vigoureuse, elle l'est relativement plus qu'à toute étape ultérieure. Cette vigueur dépend largement des réserves racinaires constituées d'année en année entre deux rabattages des cépées. Nous l'avons vérifié en mettant en relation la dimension des pivots et celle des rejets.

Cependant, tous les pivots ne présentent pas le même état sanitaire et sur les plus attaqués ou chancreux nous avons pu observer un blocage de la croissance.

Si les effets de site constituent une autre source de variabilité, la comparaison des accroissements mesurés sur les différents sites ne montre de différences statistiques qu'à Watinoma où les conditions édaphiques sont les plus contrastées.

Comme pour les arbres adultes, la tendance est à une meilleure croissance sur les sites qui se situent entre l'inondation prolongée en aval et l'amont xérique, cuirassé ou compacté.

Mais sur tous les sites, à Dossi comme à Watinoma, les pivots extraits étaient de grande à très grande dimension ayant donc, dans tous les cas, assuré leur accès au stock d'eau du sol. Ce dénominateur alors commun à l'ensemble des pivots shunte les effets de site ; il est de nature à amoindrir les différences de croissance de la partie aérienne. Cette croissance vigoureuse est supérieure à celle initiale mesurée sur de jeunes plantations ou sur des semis

directs. Il faut ici relever que jamais un exploitant de Dossi ou de Watinoma ne s'est plaint de la croissance (initiale) de *Faidherbia albida* ni présenté celle-ci comme une contrainte à la conservation de la régénération ou à l'intérêt de l'espèce.

Nous avons pu établir que les pivots racinaires étaient en place depuis de nombreuses années, plus de vingt ans pour la majorité, le double et plus pour quelques-uns. Ce résultat assorti du constat sur le terrain que les pivots de petite dimension sont rares, pose la question de la gestion actuelle de la régénération et du renouvellement du parc. Malgré la bonne survie et la vigueur de croissance démontrée de la plupart des rejets et des baliveaux qui peuvent, en 2 ou 3 saisons dépasser les céréales et donc ne gênent aucunement les cultivateurs, le désouchage du *faidherbia* n'est pas rare, surtout à Dossi.

L'estimation de l'âge des pivots racinaires extraits des sites des hauts de versant de Watinoma, s'est avérée délicate à interpréter dans la mesure où il n'existe à ce jour pas de référence en la matière. Il est, par ailleurs, difficile d'obtenir des exploitants une estimation, même très approximative, de l'âge de ces cépées régulièrement rabattues qui permettrait des comparaisons avec le nombre de cernes comptés.

Mais les observations faites sur des tiges d'âge connu provenant de Gonsé ont permis de démontrer que le nombre de cernes détectés dans le pivot correspondait à celui compté dans les tiges et que, par conséquent, le nombre de cernes lu dans le pivot d'un individu indiquerait son âge.

Cependant l'hypothèse selon laquelle il n'y aurait aucune formation de bois certaines années ne doit pas être écartée. En effet, suite à une coupe de rejets, toutes ou presque toutes les réserves contenues dans les parenchymes de la souche et des racines pourraient être mobilisées pour la formation et la croissance des rejets suivants. Il n'y aurait alors rien ou presque rien pour la croissance en épaisseur des racines, croissance dont l'individu peut sans doute se priver pendant un ou deux ans. Inversement, des repousses suivant de fortes coupes pourraient éventuellement engendrer des cernes, sinon des faux cernes alors comptés comme autant d'années.

L'évaluation de l'âge de *faidherbias* adultes par la mesure de la circonférence est possible mais reste imprécise. La lecture des cernes sur de fines carottes de bois étant elle-même délicate à interpréter, l'âge probable (AGP) des individus échantillonnés est peut-être plus élevé que celui estimé.

Le décalage relevé entre les accroissements annuels moyens sur le rayon (AMR) du suivi dendrométrique et ceux du tariérage peut valoir pour l'estimation de l'âge de *Faidherbia albida*.

Mais même s'il convenait de majorer de quelques années les estimations d'âge faites par tariérage, il reste que l'espèce est représentée par des individus plutôt jeunes à Watinoma -avec les croissances les plus fortes- et moyennement âgés à Dossi. Au lieu de 15 et 22 ans sur les hauts et bas de versant de Watinoma, et 30 et 40 ans sur le moyen versant et le centre du parc de Dossi, les arbres pourraient avoir respectivement 18 à 25 ans et 35 à 45 ans.

L'estimation de l'âge des faidherbias permet par ailleurs de préciser l'interprétation de l'origine et du développement des parcs. En effet, on relève une variation de l'âge en fonction de l'éloignement au village, avec des situations inverses entre Dossi et Watinoma. Sur le premier parc, les arbres les plus âgés, les plus gros, se distribuent en une couronne jouxtant le village. Sur le second, les faidherbias les plus âgés, et les plus épars d'ailleurs, s'alignent entre le bas de versant et le bas-fond. Cette différence, déjà relevée dans l'analyse comparative de la structure des peuplements conduit à consolider l'hypothèse d'un développement du parc de type centrifuge à Dossi et de type centripète à Watinoma.

A Dossi, la structure et l'âge des arbres montrent que le parc s'est développé du centre vers la périphérie, en l'occurrence vers les versants et les collines qui portent encore aujourd'hui des terrasses et des arbres témoignant de l'extension passée du parc et d'une intense activité agricole qu'ont connu les plus vieux exploitants.

A Watinoma, la colonisation de la toposéquence par *Faidherbia albida* s'est vraisemblablement faite des bas-fonds vers le village et ses champs de case, sur hauts de versant. Nous rappellerons ici que l'espèce est commune à l'ensemble du vaste réseau de bas-fonds de la région du Bam. Très peu de bas-fonds et leurs bordures étaient cultivés jusqu'à une date récente (20 à 30 ans). D'ailleurs, les Peuls se souviennent du temps où leur bétail parcourait les bas-fonds alors non cultivés et piquetés de gros faidherbias. Les exploitants moosés reconnaissent que dans le même temps le nombre de faidherbias s'est accru entre le haut et le bas des versants et que "beaucoup ont gagné les champs".

Enfin, au delà des variabilités de site ou individuelles qui affectent l'âge probable, celui-ci doit encore être relativisé si logiquement on prend en compte l'âge des souches d'où les arbres sont issus. De fait, les faidherbias de Watinoma ne sont plus aussi jeunes. Pour des circonférences respectives de 50 et 250 cm, ils auraient alors au moins 25-30 ans et 50-60 ans.

A Dossi où le mode de régénération est en grande partie similaire, une estimation comparable peut être avancée au vu des pivots extraits. Un âge moyen de 50 à 60 ans pourrait être donné aux arbres pour lesquels la partie aérienne n'aurait que 30 à 50 ans. On peut alors estimer que les quelques très gros faidherbias qui ceinturent les quartiers de Dossi (circonférence proche de 4 m) ont atteint le siècle d'âge.

Cette dernière évaluation attribue une longévité plutôt médiocre à l'espèce.

CHAPITRE 4 : SUIVI PHENOLOGIQUE DE *FAIDHERBIA ALBIDA*

4.1. METHODOLOGIE

La phénologie inverse de *Faidherbia albida* -feuillée en saison sèche, défeuillée en saison des pluies- est donnée comme l'un des caractères distinctifs de l'espèce ayant conduit à créer le genre *Faidherbia*, à part du genre *Acacia* (CTFT, 1988). Ce "rythme phénologique aberrant", pour reprendre l'expression de TROCHAIN (1969), a fait l'objet de nombreuses hypothèses dont aucune n'est totalement satisfaisante, qu'il s'agisse des interprétations, paléoclimatiques de TROCHAIN (op. Cité) ou d'AUBREVILLE (1937), écologiques de PORTERES (1957) ou de LEBRUN (1968) ou encore génétique de NONGONIERMA (1979).

En fait, à observer de près la succession des phénophases, on relève une forte variabilité individuelle au sein d'un même peuplement. De plus, comme le note BONKOUNGOU (1987), une poche de sécheresse au cours de la saison des pluies peut déclencher une refeuillaison voire une refloraison suivie d'une double fructification. Ceci a été également constaté au Zimbabwe par DUNHAM (1991).

Nous ajouterons que sur des parcs tel que ceux de Watinoma où l'espèce est intensément émondée, le cycle phénologique est évidemment perturbé. Les décalages induits obligent à suivre de très près les arbres dès lors qu'un suivi phénologique est initié. Ce facteur émondage rend les interprétations complexes mais il ne peut être ignoré dans la plupart des cas où la pratique touche à un moment ou à un autre tout arbre. Il peut d'ailleurs paraître surprenant que cet aspect ne soit pas pris en considération dans les études de phénologie pour cette espèce comme pour d'autres légumineuses arborées fourragères régulièrement émondées.

Comme le fait remarquer GROUZIS (1980), il existe peu de travaux de référence sur la phénologie des espèces ligneuses en milieu tropical. En ce qui concerne *Faidherbia albida*, les principales études phénologiques ont été réalisées au Burkina Faso notamment par SINA (1991) sur le parc de Kokologho et par BILLAND et DIALLO (1991) sur des provenances en plantations expérimentales, à Gonsé, près de Ouagadougou.

Aussi, avons-nous visé les objectifs suivants dans la mise en place du dispositif de suivi phénologique de l'espèce :

- reconnaître la périodicité et la variabilité de la feuillaison, de la floraison et de la fructification d'un parc à l'autre et d'une saison à l'autre ;

- comparer et interpréter la distribution des phénophases et, au sein de celles-ci, la distribution des stades phénologiques en fonction des facteurs site, dimension de l'arbre et émondage.

La méthode utilisée pour le suivi phénologique des populations de faidherbias de Dossi et de Watinoma est celle qui a été appliquée au Sahel burkinabè par GROUZIS et SICOT (1980) sur la base des travaux de LE FLOCH (1969) cité par ces auteurs. Mais les critères de caractérisation des différents stades phénologiques des phases de feuillaison, floraison et fructification ont été légèrement modifiés. Les stades ont été assortis d'une cotation précisant l'état de développement des organes, sur la base des travaux préliminaires de BILLAND et DIALLO (1991), soit :

*** En phase de feuillaison :**

- Stade A : rameaux nus, sans feuilles
- Stade B : bourgeons foliaires débouissant et premières feuilles épanouies
- Stade C : feuilles épanouies sur rameaux en pleine croissance
- Stade D : jaunissement et chute des premières feuilles

*** En phase de floraison :**

- Stade A : aucune fleur sur l'arbre
- Stade B : bourgeons floraux et apparition des premières fleurs
- Stade C : plein épanouissement des fleurs
- Stade D : fleurs fanant avec chute des pièces florales

*** En phase de fructification :**

- Stade A : aucun fruit sur l'arbre
- Stade B : nouaison et jeunes fruits verts et aqueux
- Stade C : maturité des fruits, jaune-orangé et secs
- Stade D : chute des fruits

La cotation de chaque stade a été établie comme suit :

- 1 = 0 %
- 2 = 1 à 19 %
- 3 = 20 à 39 %
- 4 = 40 à 59 %
- 5 = 60 à 79 %
- 6 = 80 à 100 %

,justifiée par le fait que tout stade pouvait s'exprimer avec plus ou moins d'intensité d'un individu à l'autre et dans des proportions variables au cours du temps. La cotation mesure ainsi l'amplitude du stade qui affecte le houppier d'un arbre à un moment donné de la phase considérée.

Cependant, pour certaines analyses, on a procédé à des regroupements de cotations ou de classes de pourcentages afin de mettre en relief les différences majeures et de donner la meilleure lisibilité aux représentations graphiques.

Les observations ont été réalisées tous les 10 jours durant trois ans à Dossi et à Watinoma avec toutefois une interruption de 5 mois de saison sèche à Watinoma en 1992, en raison de biais dans l'organisation de la collecte des données. Celles-ci ont été enregistrées les 10, 20 et 30 de chaque mois à Dossi et les 5, 15 et 25, à Watinoma, en reportant les cotations

sur la fiche d'observations phénologiques donnée en **annexe 33**.

La régularité des relevés a été assurée grâce à l'assistance de l'encadreur agricole à Watinoma et d'un agriculteur scolarisé à Dossi. Après une brève formation de terrain, il s'est avéré que le moyen le plus sûr d'évaluer chaque stade par cotation était de traduire celle-ci en francs CFA, 100 % valant 100 francs CFA. La compréhension quelque peu abstraite de la cotation ou des pourcentages a pu être ainsi totalement acquise en l'étalonnant à un système de valeurs connu.

L'échantillonnage a été constitué sur chaque parc en tenant compte à la fois des facteurs émondage, dimension de l'arbre et site, soit :

*** pour le facteur émondage :**

L'effet de l'émondage sur la feuillaison, la floraison et la fructification a été étudié tous stades confondus :

- à Dossi, en différenciant les 60 individus non émondés du suivi phénologique de 10 individus expérimentalement émondés à trois reprises en fin de saison sèche (essai d'émondage total dont l'évaluation des biomasses est analysée au chapitre 3 de la partie V).

- à Watinoma, l'ensemble des individus étant soumis à émondage, les 122 faidherbias du suivi phénologique ont été distribués en trois classes d'intensité :

- arbres peu émondés et, pour quelques uns, non émondés au cours du suivi (moins de 25 % du houppier prélevé en 1,2 ou 3 passages ; n = 40)

- arbres modérément émondés (25 à 50 % du houppier prélevé, pour la plupart deux saisons sur trois ; n = 40)

- arbres fortement émondés (50 à 100 % du houppier prélevé pour la plupart deux fois par saison ; n = 42). Ce dernier échantillon intègre les arbres soumis expérimentalement à l'essai comparatif d'émondage total précédemment mentionné.

*** pour le facteur dimension de l'arbre :**

Les populations de faidherbias étudiés ont été sous-échantillonnées en trois classes de circonférence (C) comme suit :

C1 = 50 à 100 cm (n = 21 à Dossi et 49 à Watinoma)

C2 = 100 à 200 cm (n = 21 à Dossi et 49 à Watinoma)

C3 = 200 à 300 cm (n = 18 à Dossi et 24 à Watinoma)

*** pour le facteur site :**

A Watinoma, les individus ont été naturellement distribués en deux sous-populations: des hauts de versant (n = 53) et des bas de versant et bas-fonds (n = 69). A Dossi, on a regroupé les individus des versants ouest et est (n = 30), par opposition aux individus de la dépression périphérique aux sols profonds et bien alimentés en eau (n = 30).

Pour l'étude de chaque facteur, trois types d'analyse ont été réalisés :

- une analyse de variance appliquée à l'ensemble des valeurs cumulées sur des périodes données au sein de chaque phénophase en fonction des modalités des facteurs étudiés. On a donc comparé l'ensemble des cumuls décennaires des arbres soumis à ces traitements sur des périodes déterminées par la succession des phénomènes caractérisant les phénophases (feuillaison/défeuillaison, présence ou absence de fleurs ou de fruits), ce qui revient à comparer des situations moyennes d'une période à l'autre;

- un test de χ^2 appliqué à l'ensemble des valeurs maximales enregistrées pour chaque arbre à chaque phénophase et sur les mêmes périodes et modalités des facteurs étudiés. On a donc, mesuré pour chaque cas, l'indépendance des traitements appliqués aux feuillaisons, floraisons et fructifications maximales des arbres échantillonnés.

- une analyse de variance appliquée sur le nombre de décades en feuilles, fleurs ou fruits compté pour chaque arbre en fonction des facteurs étudiés et sur les périodes préalablement déterminées. On a donc ici comparé l'étendue des phénophases dans le temps, indépendamment de l'intensité des phénomènes observés.

Les périodes suivantes ont été fixées :

*** pour la feuillaison :**

- sur 5 périodes successives à Dossi pour l'étude du facteur émondage, périodes déterminées par les 3 dates d'émondage total et celles de la défeuillaison saisonnière, en partie commune aux 10 arbres émondés et aux 60 non émondés

- sur les 3 saisons sèches successives à Dossi pour l'étude des facteurs circonférence et site appliqué aux seuls arbres non émondés

- sur 7 périodes successives à Watinoma pour l'étude des facteurs émondage, circonférence et site. L'émondage touchant plus ou moins tous les arbres échantillonnés, on n'a pas différencié les périodes selon le facteur étudié comme à Dossi où arbres non émondés et totalement émondés ont des réponses bien distinctes. Les 7 périodes ont été déterminées par les feuillaisons des 3 saisons sèches, alternant avec les refeuillaisons d'émondage observées au cours des 3 saisons des pluies correspondantes

*** pour la floraison et la fructification :**

- à Dossi comme à Watinoma, les périodes ont été naturellement déterminées par la date d'apparition des premières fleurs et des premiers fruits et celle des dernières fleurs ou fruits, observés sur les arbres soit :

- 3 périodes à Dossi pour la floraison et la fructification (2 pour l'étude du facteur émondage suivi entre les 3 coupes totales)

- 2 périodes à Watinoma pour la floraison et une seule pour la fructification en raison de données manquantes.

4.2. LA FEUILLAISSON

4.2.1. Périodisme et variations interannuelles des cycles de feuillaison et de défeuillaison

4.2.1.1. A Dossi

A Dossi, la distribution décadaire des feuillaisons et des défeuillaisons se succédant au cours de plus de 3 ans de suivi phénologique, du 20/08/1992 au 20/10/1995, est figurée au **graphique 96**. La feuillaison y est ici représentée tous stades de feuillaison confondus. Le profil de cet histogramme des fréquences de la phase feuillée donne donc, par différence, celui de la défeuillaison totale (faidherbias ayant 100 % de rameaux nus).

L'examen du phénogramme et, en parallèle, de la distribution décadaire des pluies (cf. **graphique 98**), fait ressortir les points suivants :

- une régularité des cycles de feuillaison/défeuillaison, cycles marqués de la synchronie inverse au rythme des saisons qui caractérise *Faidherbia albida*. L'étendue et l'amplitude des feuillaisons sont larges. Elles apparaissent totales en saison sèche, à l'inverse de la défeuillaison dont le profil d'une saison des pluies à l'autre varie.
- aux courbes des défeuillaisons correspondent avec beaucoup de similitude celles du cumul des pluies avec cependant un décalage important de temps entre ces courbes :
 - * la défeuillaison débute après les premières pluies ; si celles-ci sont tardives et déficitaires (cas de 1993), la défeuillaison paraît proportionnellement affectée: 20 % des arbres restent feuillés en 1993 contre 5 à 10 % en 1994 et 1995. Inversement, si la saison démarre tôt, avec abondance, la défeuillaison gagne en amplitude (cas de 1994 et 1995) ; la durée de la défeuillaison paraît également varier avec l'abondance et la répartition de la pluviométrie. C'est ce qui ressort des différences observées entre 1994 et 1995. Dans les 3 cas, la corrélation entre le cumul pluviométrique et la défeuillaison, de la date de la première pluie jusqu'à la date du maximum de défeuillaison, est très hautement significative et bien déterminée¹, soit :

. du 30/02 au 10/08/1993

après 407 mm de pluies tombées en 35 jours : $R^2 = 0,87$

. du 20/03 au 10/09/1994

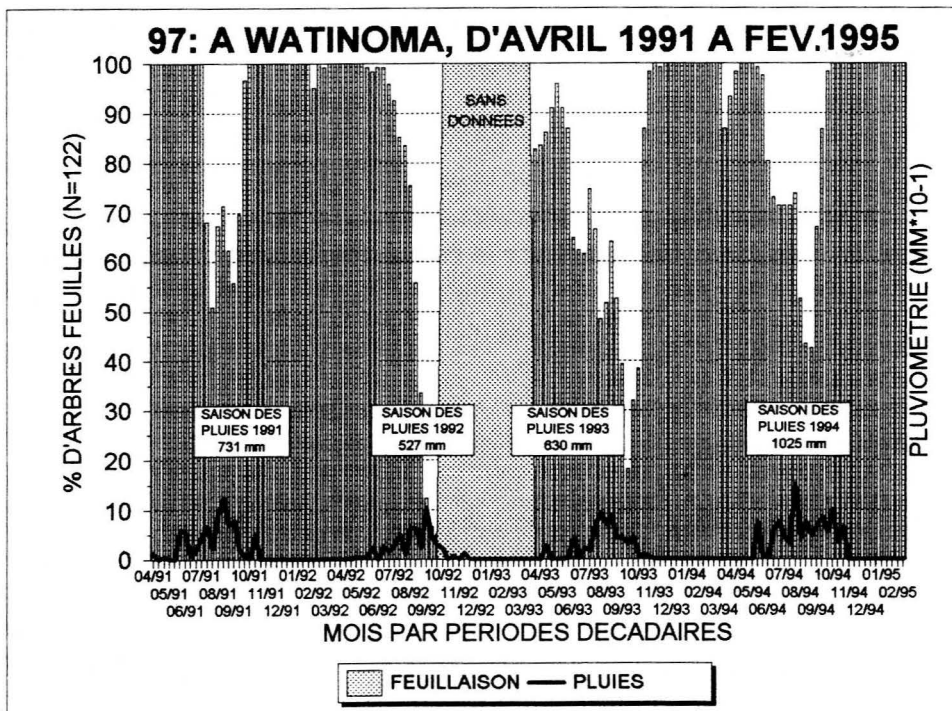
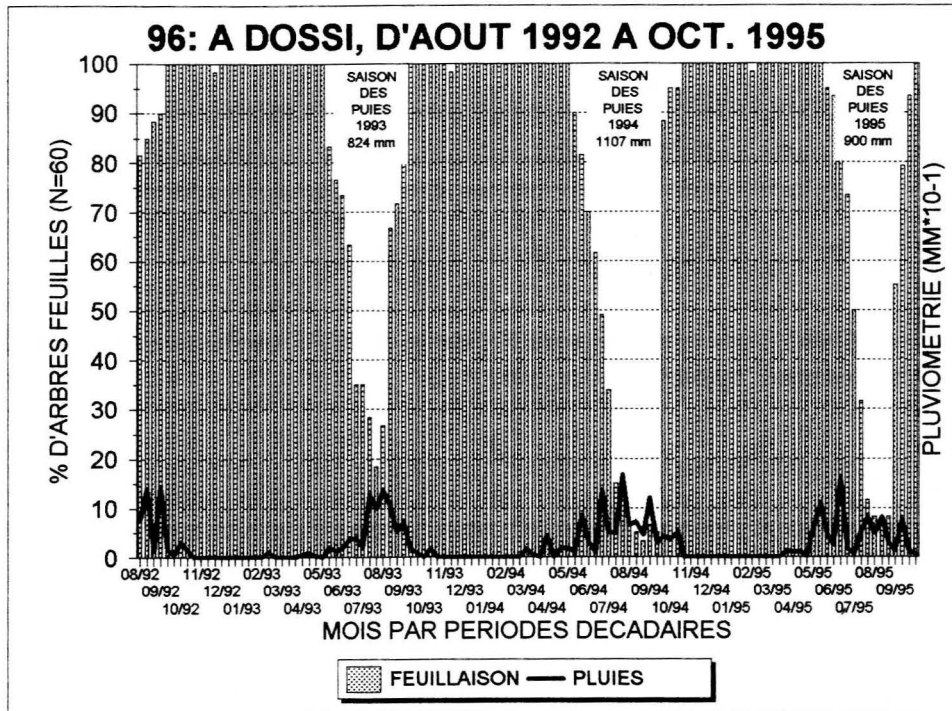
après 829 mm de pluies tombées en 52 jours : $R^2 = 0,95$

. du 20/02 au 30/08/1995

après 730 mm de pluies tombées en 46 jours : $R^2 = 0,80$

¹ R^2 = coefficient de détermination donné pour une probabilité calculée avec un risque $\alpha = 5 \%$

**GRAPHIQUES 96 ET 97: DISTRIBUTION DE LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA
SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA**



- * si la défeuillaison totale des arbres est progressive, réalisée en 3 à 4 mois, la refeuillaison est par contre rapide, acquise en 1 à 2 mois, entre le milieu et la fin de la saison des pluies. Dans les 3 cas, cette refeuillaison est totale ou presque 1 mois avant les dernières pluies.

Les caractères de précocité, d'abondance et de durée de la pluviométrie induisent donc des effets sur l'amplitude et l'étendue des cycles de feuillaison/défeuillaison. Mais les décalages engendrés ne perturbent pas la rythmicité des cycles : la défeuillaison est toujours centrée sur le milieu de la saison des pluies et la feuillaison l'est sur le milieu de la saison sèche.

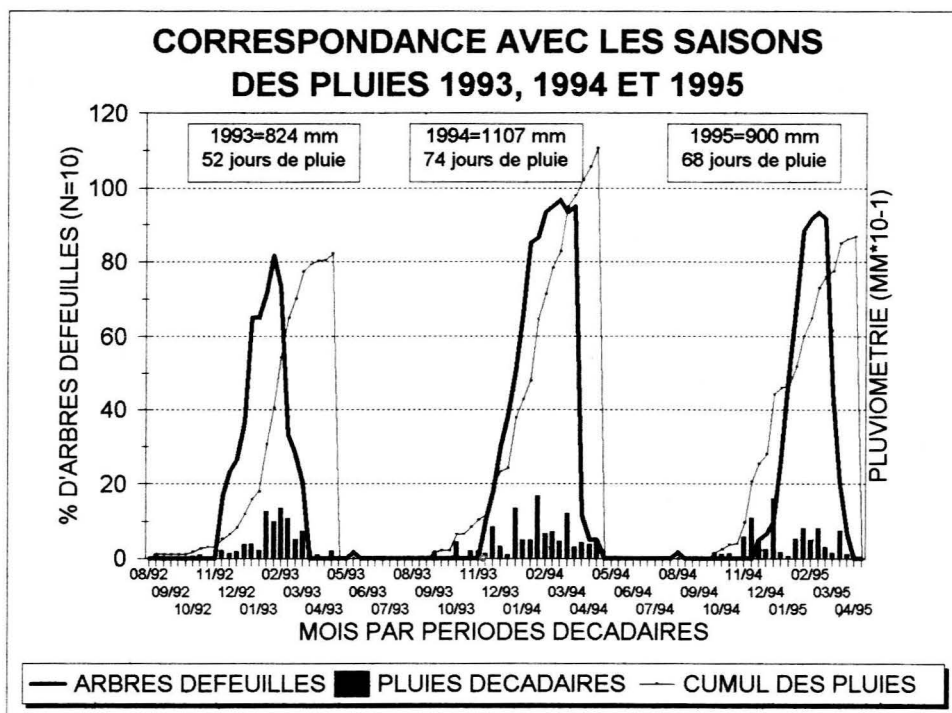
4.2.1.2. A Watinoma

Le suivi de la feuillaison de *Faidherbia albida*, enregistré à Watinoma, d'avril 1991 à février 1995 -avec une interruption en 1993-, est représenté au **graphique 97**. La feuillaison y est également figurée par différence avec la défeuillaison totale (100 % de rameaux nus) et tous stades confondus.

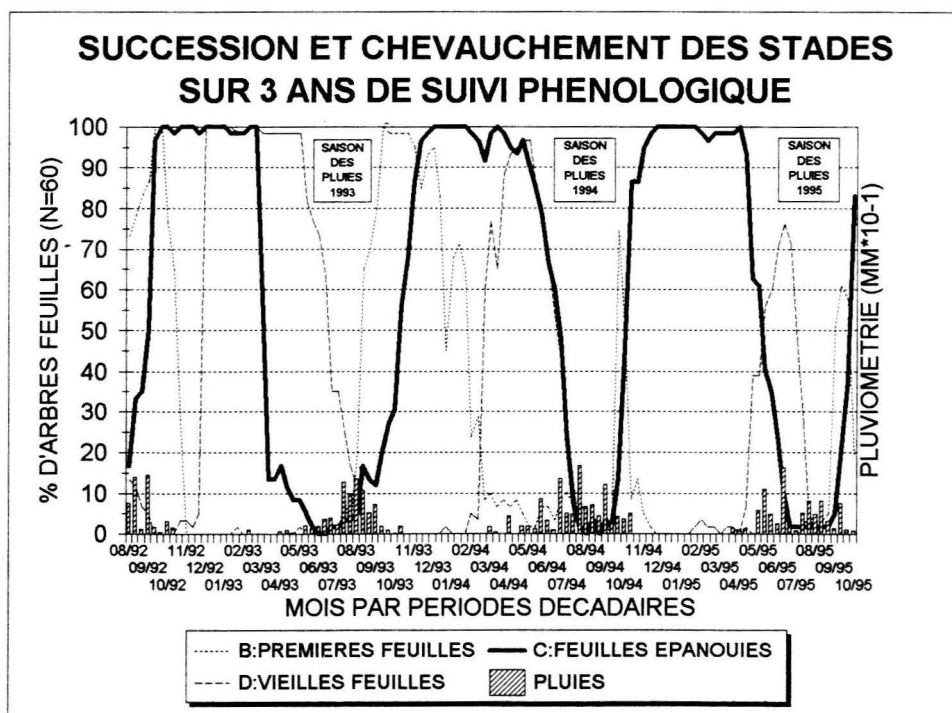
On observe des différences notables avec le phénogramme de Dossi mais aussi des similitudes qui sont les suivantes :

- la défeuillaison du *faidherbia* au cours des années 1991, 1993 et 1994 n'est totale et simultanée que pour 20 à 50 de l'effectif. Elle s'étend sur une période très variable, l'amorce de la défeuillaison totale se faisant avec plus ou moins de décalage avec la saison des pluies. En effet, elle apparaît tardivement, vers le milieu de la saison des pluies, en 1991, alors qu'elle démarre dès le début de la saison des pluies les autres années ;
- entre la fin de la saison sèche et le milieu de la saison des pluies apparaissent des pics secondaires de refeuillaison qui correspondent aux effets induits par l'émondage. Celui-ci dont l'intensité et le nombre d'individus touchés sont une source de variabilité d'une saison à l'autre, perturbe les cycles de feuillaison/défeuillaison en 2 séquences successives :
 - * d'une part, la coupe totale et répétée des arbres en fin de saison sèche affecte la feuillaison en ce sens que l'effectif émondé est côté au stade "sans feuilles", tant que les repousses ne sont pas observées. C'est le cas des mois de mars-avril 1993 et 1994. Nous analyserons les variations de l'amplitude et de l'intensité du phénomène à travers les phénogrammes des stades de feuillaison au paragraphe suivant ;
 - * d'autre part, l'émondage est à l'origine d'une succession irrégulière de refeuillaisons qui pour beaucoup se chevauchent, touchent la plus grande part de l'effectif et finalement limitent la durée et l'intensité de la défeuillaison totale ;

GRAPHIQUE 98: DEFEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA ET DISTRIBUTION DE LA PLUVIOMETRIE A DOSSI



GRAPHIQUE 99: DISTRIBUTION DES STADES DE FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LE PARC DE DOSSI



- si le facteur pluviométrie, en l'occurrence sa répartition et son abondance, exerce à Dossi un effet sur l'étendue et l'intensité des cycles de feuillaison/défeuillaison, ce n'est pas le cas à Watinoma. La relation entre la défeuillaison et la pluviométrie, occultée par les effets de l'émondage, apparaît même contradictoire avec ce qui est observé à Dossi : ainsi, à la très abondante et tardive saison des pluies 1994 (1 025 mm), correspond une phase de défeuillaison de faible amplitude ; l'inverse est constaté en 1993 (630 mm), et en 1992 (527 mm), années comparativement déficitaires ;
- dans tous les cas, la refeuillaison apparaît comme un phénomène synchrone, bien circonscrit à la fin de la saison des pluies, aussi rapide que le retrait du FIT (Front Intertropical de Convergence) et la baisse de l'humidité relative qui accompagne ce retrait. En 3 à 4 semaines, la totalité de l'effectif s'est totalement refeuillée.

4.2.2. Succession et variation d'intensité des stades de feuillaison

4.2.2.1. Pour les arbres de Dossi

Le **graphique 99** donne une représentation de la succession des stades de feuillaison B, C et D observés à Dossi, en fréquence d'individus portant l'un des stades, un même arbre pouvant être représenté dans 2 stades voire dans les 3.

La variation de l'amplitude et de l'étendue des courbes romp avec la régularité du phénogramme précédent.

La succession et le chevauchement partiel des courbes des stades B, C, et D -jeunes pousses feuillées, feuilles épanouies et vieilles feuilles- fait ressortir une très forte variabilité interannuelle de la fréquence et de la distribution des stades, plus particulièrement pour le début et la fin de la feuillaison (stades B et D). La rapidité avec laquelle le développement de ces stades peut gagner les individus, et la difficulté d'apprécier sur les plus grands individus les différents états de la feuillaison, n'ont peut-être pas toujours permis de capter toute la précision des évolutions.

On observe cependant une succession chronologique des stades B, C et D, le stade intermédiaire C, de plein épanouissement des feuilles, étant le mieux représenté et le plus régulièrement étendu entre la fin de la saison des pluies et le début de la suivante.

L'examen des courbes fait ressortir les variations suivantes :

Le stade B des "premières feuilles" recouvre largement le stade C des feuilles épanouies en 1993-1994. Il se prolonge jusqu'au milieu de la saison des pluies. 5 à 10 % des arbres débourent encore alors que la majorité porte des feuilles épanouies et, assez tôt, des vieilles feuilles.

En début de saison sèche suivante, en octobre 1994, ce stade B est de très brève durée. Il s'étend pour la majorité des arbres sur une à deux décades. Il est à peine plus long en octobre 1995.

La prolongation du stade B en 1993-94, du milieu de la saison sèche jusqu'au milieu de la saison des pluies représentée par 3 pics secondaires touchant près de 50 % de l'effectif, correspond à trois événements distincts :

- à des repousses d'individus émondés ou blessés par le feu lors du nettoyage des champs pour la période allant de février à août. Les arbres émondés en fin de saison sèche se refeuillent alors en quelques décades entre le début et le milieu de la saison des pluies; les arbres brûlés, quant à eux, se refeuillent en général rapidement, en l'espace d'une à deux décades, parfois plus tardivement, avec les premières pluies pour certains, et plus rarement meurent (cas de 2 individus fortement brûlés en 1994) ;
- pour quelques individus à des refeuillaisons d'émondages réalisées plus tôt dans la saison, entre début décembre et fin janvier.
- mais pour la plupart des individus, la cause de la perturbation est vraisemblablement d'ordre sanitaire car nous avons relevé à cette période des défoliations par des chenilles. Bien que ces observations n'aient pas été régulièrement suivies, nous mentionnerons que le fait a été enregistré ailleurs, au Zimbabwe, par DUNHAM (1993).

Le stade C des "feuilles épanouies" qui s'inscrit successivement dans les saisons sèches 1992-1993, 1993-1994, et 1994-1995, imprime une relative régularité au phénogramme par son amplitude et son étendue. Le stade est pleinement réalisé entre la fin de saison des pluies et le début de la suivante, tous les arbres étant représentés par ce stade durant 6 à 7 mois.

Au stade D, les feuilles prennent une teinte vert-gris et les folioles commencent à tomber. Le point commun aux 3 périodes est que le stade s'achève toujours au milieu de la saison des pluies (août). Par contre, le démarrage du stade fait la différence d'une saison à l'autre, l'amplitude et la durée du stade allant decrescendo de 1993 à 1995. L'interprétation des différences paraît délicate à donner. L'amplitude et la précocité du stade semblent liées à celles de la saison des pluies, en 1994 et 1995. Mais la saison 1993 contredit cette observation. On peut se demander ici dans quelle mesure la saison des pluies précédente, 1992 -très précoce-, n'est pas à l'origine de ce décalage du stade D.

Il convient par ailleurs de mentionner que l'observation des transitions entre les stades C et D, comme celle entre les stades A et B, est délicate à apprécier pouvant être une source de variation supplémentaire dans les décalages enregistrés.

En examinant la distribution des stades de feuillaison en fonction de l'intensité avec laquelle celle-ci affecte les arbres au cours du temps, certaines interprétations peuvent être précisées :

Ainsi, à Dossi, le cumul des pourcentages relatifs aux cotations enregistrées pour le stade A des "rameaux nus", figuré au **graphique 103**, relativise la part et l'étendue de la feuillaison représentées dans les graphiques précédents. En effet, on observe que rares sont les arbres n'ayant aucun rameau nu (évaluation faite pour les saisons sèches 1992-1993 et 1993-1994).

Plus de 80 % des faidherbias ont 1 à 39 % de rameaux nus durant 7 à 8 mois de saison sèche. Ces pourcentages correspondent aux branches dominées et parfois dépérissantes que la plupart des faidherbias adultes et non émondés portent. Mais on a pu également observer sur quelques individus des dépérissements rapides d'une partie du houppier, pourtant bien feuillé la saison précédente sans qu'une raison saitaire apparente puisse être avancée.

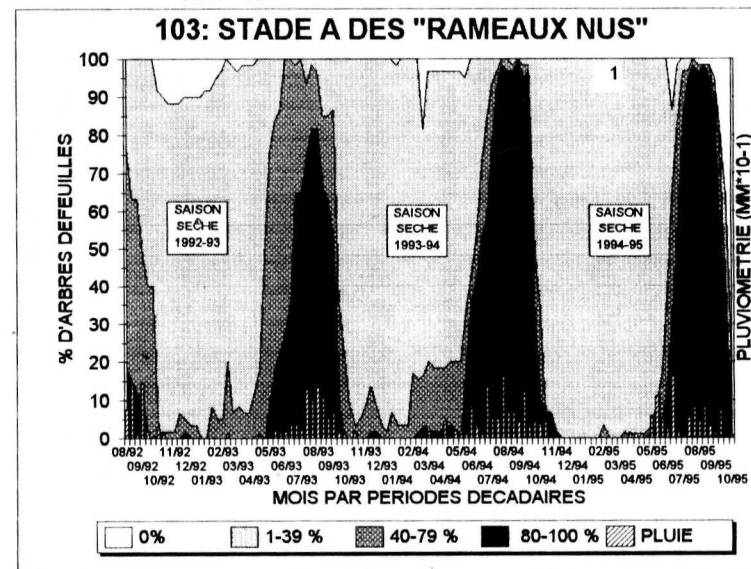
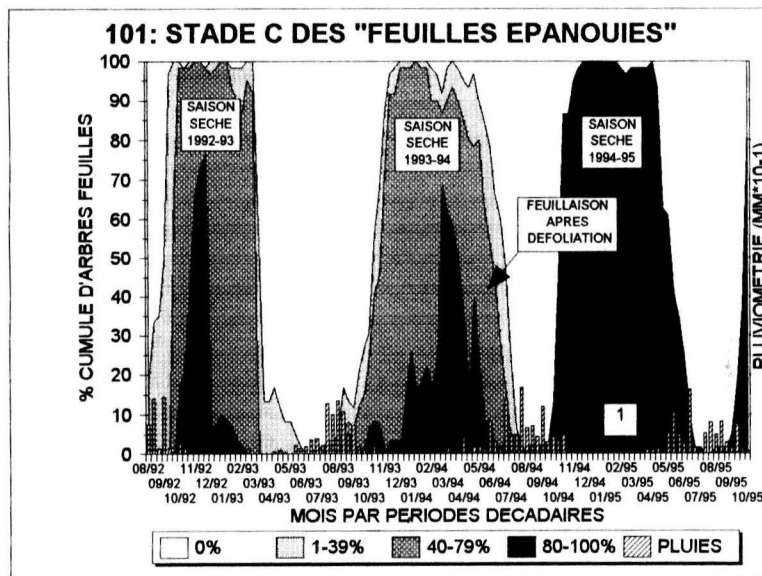
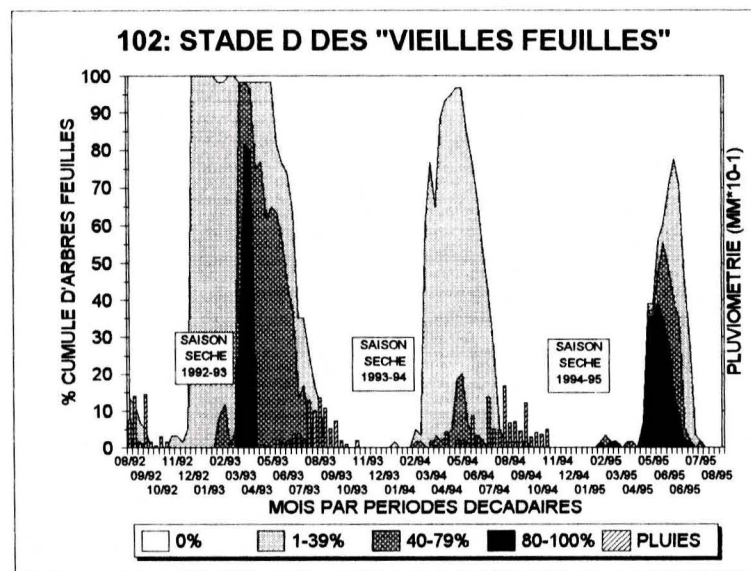
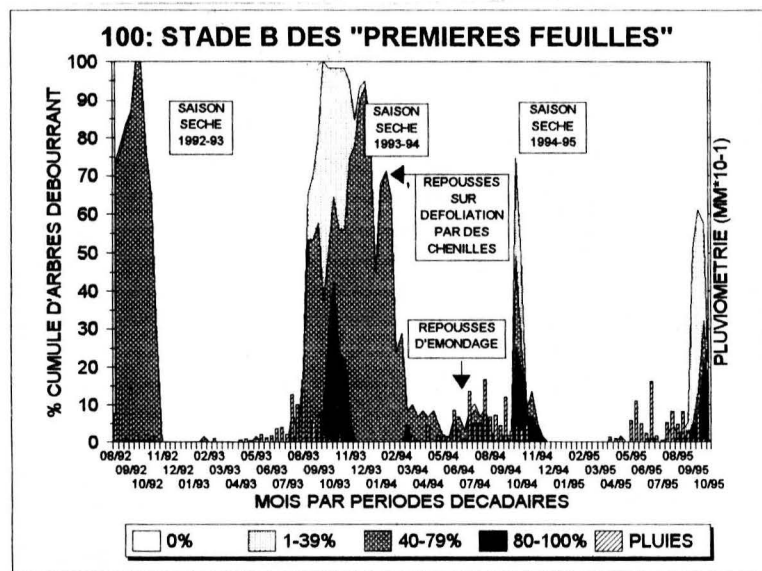
L'amplitude de la défeuillaison est donc plus large qu'il n'y paraît en première analyse. Elle précède de plusieurs décades les premières pluies. Du moins cela est-il observé pour une grande partie de l'effectif ligneux.

Les stades B, C et D qui représentent les 3 stades successifs de la feuillaison, exprimés en pourcentages cumulés à travers les **graphiques 100, 101 et 102**, montrent à la fois une constance des phénomènes et une variation de leur amplitude :

- **Au stade B des "premières feuilles"**, la plupart des arbres débourent avant la fin de la saison des pluies. On relève que le débourrement atteint son maximum d'intensité dès que les pluies s'espacent sur 2 à 3 décades : entre fin septembre et mi-octobre, en 1992, entre début et fin octobre en 1993 et 1994, soit avec une constance de temps assez remarquable. Mais l'amplitude du stade B et son intensité varient beaucoup d'une saison à l'autre. Le faible étalement du stade en 1994 apparaît lié à l'abondance et au caractère tardif de la saison des pluies : près de 100 mm d'eau l'ont prolongée sur 2 à 3 semaines. A l'inverse, en 1993, saison déficitaire, la saison des pluies s'est arrêtée un mois plus tôt et de façon assez nette. Le débourrement s'est fait progressivement entre fin août et fin octobre, touchant de plus en plus d'arbres avec de plus en plus d'intensité ;
- **Au stade C des "feuilles épanouies"** l'intensité maximale de la feuillaison -80 à 100 %- est atteinte le 10 décembre, en 1992, et deux mois plus tard, le 30 février, en 1993, à la saison suivante. Ce décalage apparaît correspondre à celui enregistré entre la saison des pluies 1992, abondante et précoce (avril), et celle de 1993, déficitaire et tardive (juin). C'est d'ailleurs l'ensemble de la feuillaison, tous pourcentages confondus, qui en 1993-1994 apparaît beaucoup plus étendue qu'en 1992-1994. On relève par ailleurs en 1993-1994 une seconde "pleine feuillaison" entre les 20 et 30 avril faisant suite au second débourrement observé début février.

Cette refeuillaison qui affecte un quart de l'effectif est en intensité quasi-totale (80-100 %). Elle correspond à la défoliation totale des arbres causée par des chenilles.

- **Au stade D des "vieilles feuilles"**, l'intensité maximale est centrée entre les 10 et 20 mai, en 1994 comme en 1995, et un mois et demi plus tôt, entre fin mars et début avril, en 1992, décalage correspondant à celui observé au stade C précédent. Sur la plupart des arbres, les feuilles vieillissent donc entre la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies.



1: LA CLASSE 0% N'A PAS ETE DIFFERENCIEE DE LA CLASSE 1-39 % EN 1994-95,
EN RAISON D'OBSERVATIONS BIAISEES , LES 2 CLASSES ETANT ICI CUMULEES

Mais des vieilles feuilles apparaissent déjà dès le milieu de la saison sèche en 1992-93 comme en 1993-94 n'affectant, il est vrai, qu'une partie du houppier des arbres (1 à 39 %). On observe que l'étendue et l'intensité du stade D varient beaucoup d'une saison à l'autre.

En 1994, le stade n'atteint jamais l'intensité maximale, soit 80 à 100 %. Il est possible que cet état, généralement fugace, ait échappé aux relevés décennaux, à l'instar du débourrement qui peut être réalisé en moins de 10 jours. Par ailleurs, il est possible que des feuilles vieillissantes aient été assimilées à des feuilles du stade précédent. Le passage d'un stade à l'autre étant délicat à noter. C'est sans doute le cas pour la fin de la saison sèche 1993-94 dont les stades C et D s'achèvent en même temps ;

- le stade A des "rameaux nus" apparaît comme le plus homogène par son étendue et son intensité. Les différences intersaisonnières sont moins marquées qu'elles ne le sont pour les stades B, C et D précédents. On remarque que si l'intensité maximale de ce stade (80 à 100 %) constitue une plage bien circonscrite à la saison des pluies qui affecte chaque année la quasi-totalité de l'effectif, il n'en demeure pas moins qu'aucun arbre n'est totalement feuillé.

Même en saison sèche, presque tous les arbres ont au moins 1 à 39 % de rameaux nus. Seuls 5 à 15 % des individus sont totalement feuillés et cela sur une brève période des saisons sèches 1992-1993 et 1993-1994. La différence est considérable avec le stade A à Watinoma.

4.2.2.2. Pour les arbres de Watinoma

La succession des stades de feuillaison de *Faidherbia albida* à Watinoma a été analysée en deux périodes discontinues :

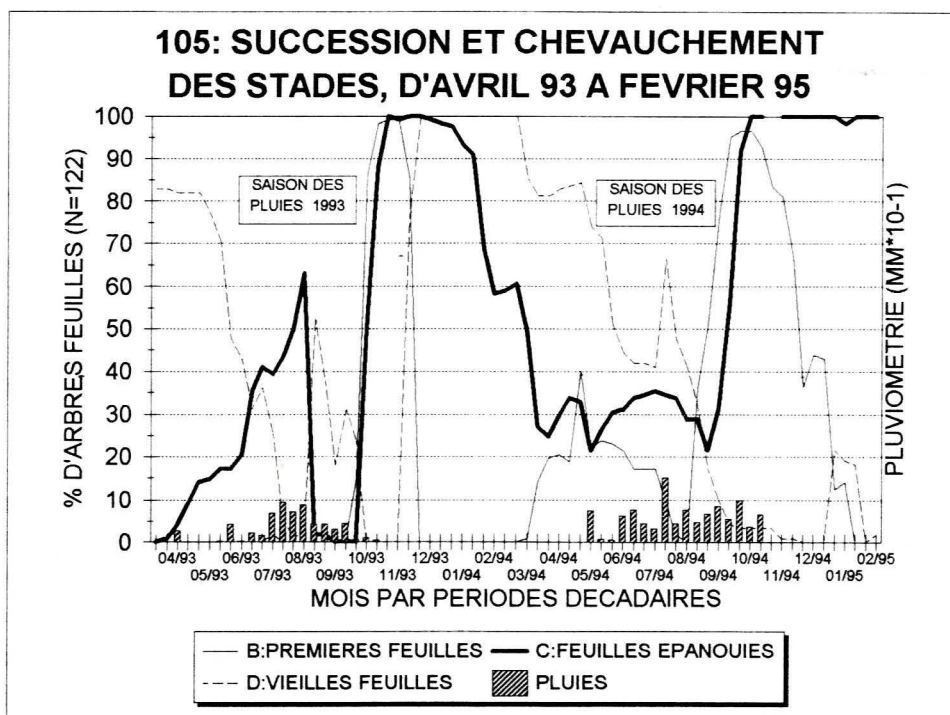
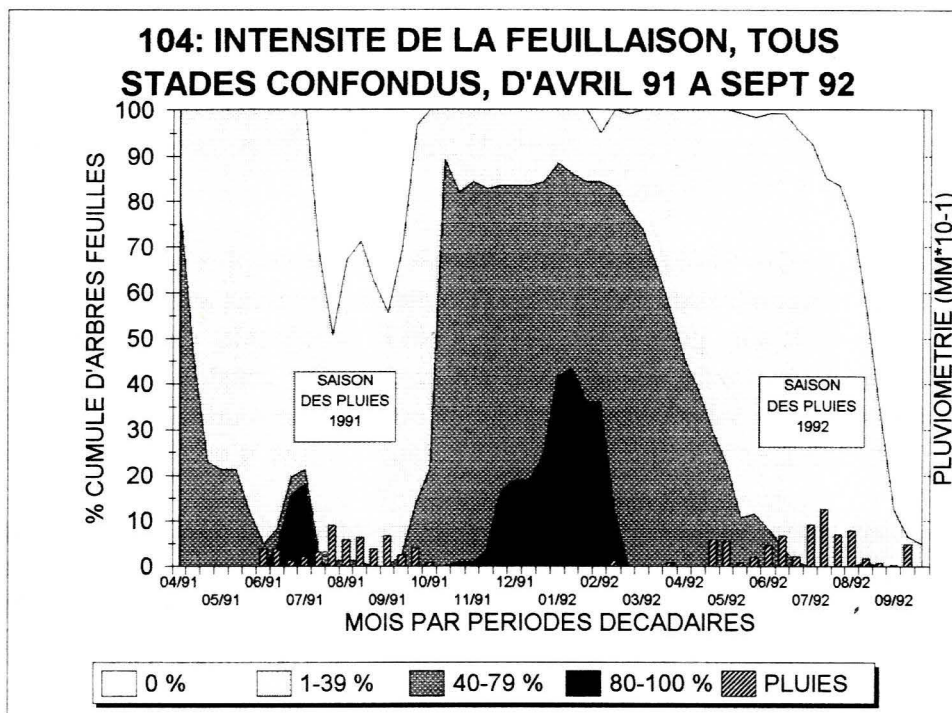
- d'avril 1991 à septembre 1992, période pour laquelle une cotation simplifiée, exprimant l'intensité de la feuillaison, sans distinction de stades, a été appliquée en raison d'erreurs probables ou d'omissions lors des premiers relevés ;
- de mars 1993 à février 1995, mois durant lesquels les stades A, B, C et D ont été suivis et pour chacun desquels l'intensité de la feuillaison a été cotée.

Pour la première période, au cours de la saison 1991-92 deux maxima de feuillaison apparaissent nettement (cf. graphique 104) :

- le premier, en fin de saison sèche qui correspond aux repousses d'émondage total, soit en juin et juillet alors que les pluies sont bien installées. On observe que la refeuillaison affecte inégalement en intensité l'effectif : la plus grande part a le houppier feuillé à moins de 40 % s'agissant soit d'individus tardivement et modérément émondés, soit d'individus émondés plut tôt dans la saison et portant des vieilles feuilles. La refeuillaison est en conséquence différée jusqu'au milieu de la saison des pluies affectant plus des deux tiers de l'effectif.

La défeuillaison à contre-saison du *faidherbia* qui est une caractéristique de l'espèce, est ainsi "contenue" par les effets de l'émondage ;

**GRAPHIQUES 104 ET 105: FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA
AU COURS DES 2 PERIODES DE SUIVI PHENOLOGIQUE**



- le second qui apparaît dès la fin de la saison des pluies 1991 et prend le maximum d'intensité en début de saison sèche. C'est la reprise du rythme phénologique propre au faidherbia. Mais si la défeuillaison est amorcée en mars 1992, on observe là-encore que la majorité des arbres porte des feuilles entre le début et le milieu de la saison des pluies qui suit. La fin de la feuillaison en 1992 est comparable par son étendue à celle de 1991. Elle est assortie d'une refeuillaison secondaire très peu marquée, du fait de la moindre intensité de l'émondage.

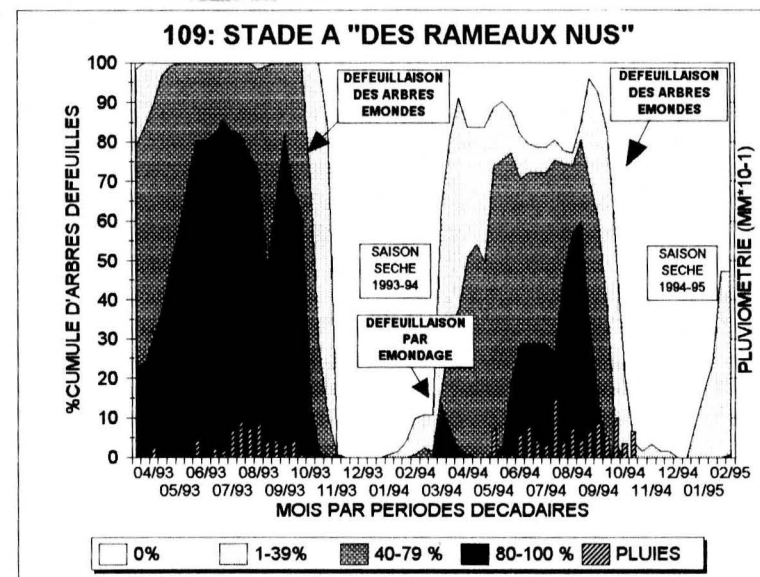
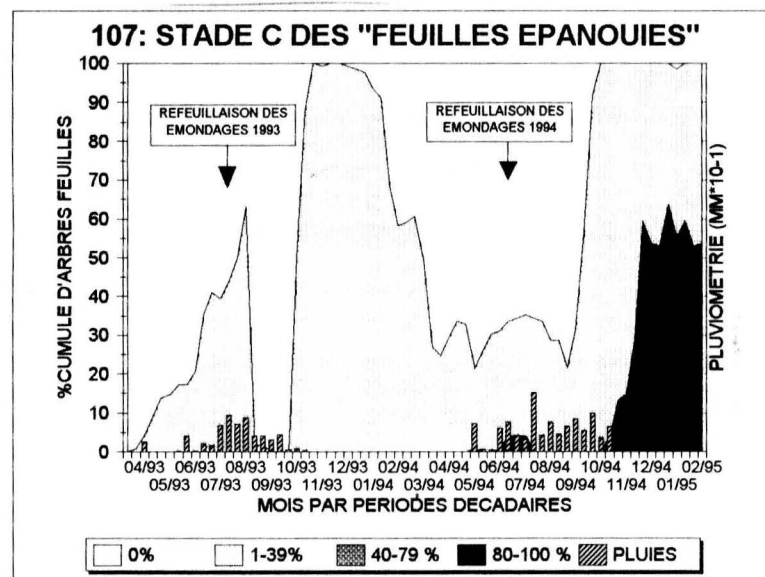
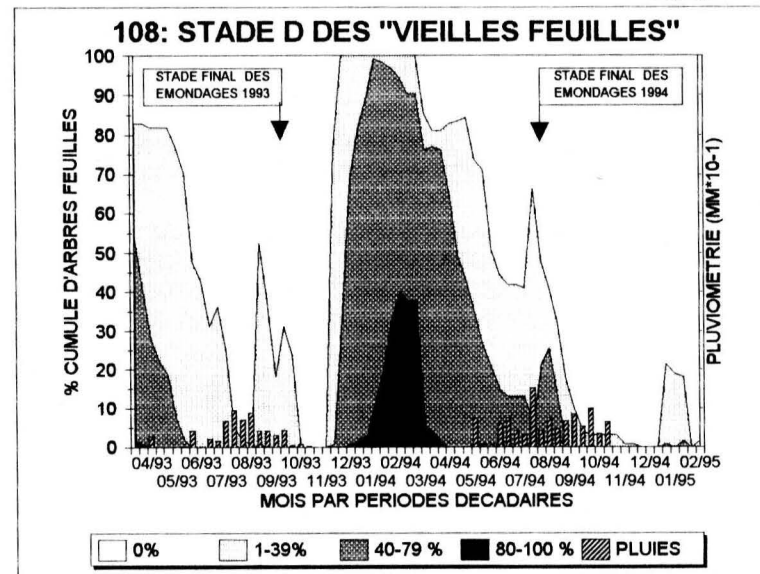
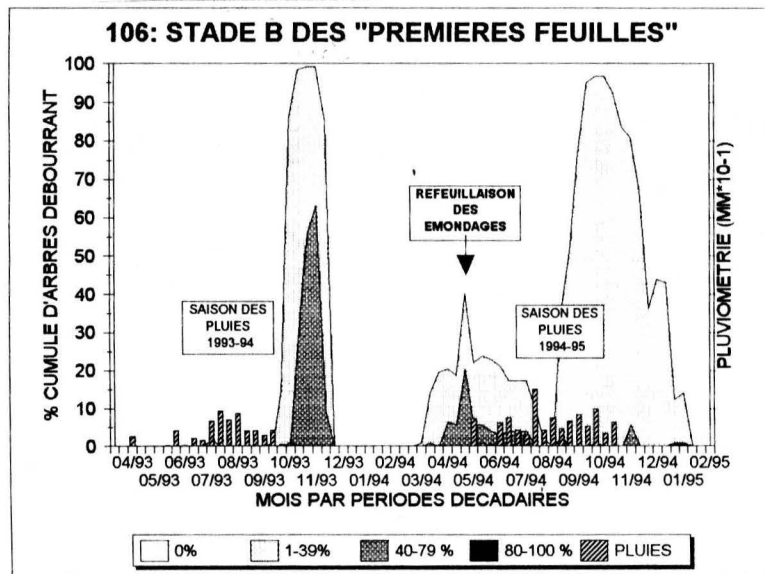
Au cours de la seconde période, de 1993 à 1995, les mêmes effets induits par l'émondage sont observables :

- la superposition des courbes représentant les 3 stades de feuillaison fait ressortir la perturbation des rythmes et les décalages engendrés (cf. **graphique 105**);
- les stades B, C et D, respectivement de début, pleine et fin de feuillaison, figurés aux **graphiques 106, 107 et 108** présentent tous des profils bimodaux, caractéristiques à Watinoma du cycle phénologique fait d'une feuillaison principale suivi d'une refeuillaison de moindre amplitude ;
- le stade B des "première feuilles", plus étendu en 1994 qu'en 1993, est comme à Dossi un stade relativement fugace, le débourrement pouvant intervenir en quelques jours et "échapper", au périodisme décadaire des relevés. Le débourrement commence fin août à début septembre, bien avant la fin de la saison des pluies pour l'année 1994 qui a exceptionnellement pris fin début novembre. La refeuillaison apparaît donc ici indépendante de la durée de la saison des pluies. Les refeuillaisons de contre-saison, liées aux émondages de fin de saison sèche, sont ici très inégalement représentées. Si à ce stade B, la refeuillaison de la saison des pluies 1993 n'apparaît pratiquement pas (petit pic en juillet), elle existe cependant puisqu'elle s'exprime très nettement au stade C suivant.

La refeuillaison des émondages de 1994, centrée sur la mi-mai, est quant à elle beaucoup moins tardive dans la mesure où la saison des pluies a débuté tôt en 1994 interrompant prématurément la période des émondages et du parcours du bétail sur les parcs pour laisser la place aux cultures ;

- le stade C des "feuilles épanouies" ou de la pleine feuillaison donne encore plus de relief à la refeuillaison liée à l'émondage. Pour la saison 1994, cette pleine refeuillaison fait un continuum entre les feuillaisons de la saison sèche qui la précède et de celle qui la suit. En pleine saison des pluies, le cumul des arbres débourrant encore et de ceux alors pleinement feuillés représente plus de 50 % de l'effectif. Ce chiffre correspond au taux d'émondage réalisé en fin de saison sèche. D'autre part, l'intensité avec laquelle les arbres se refeuillent correspond d'autre part l'intensité de l'émondage. Cela se traduit par une diversité des états de feuillaison du houppier des arbres qui peuvent présenter (cf **photographie 42**) :

GRAPHIQUES 106 A 109: DISTRIBUTION ET INTENSITE DES STADES DE FEUILLEAISON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA AU COURS DE LA SECONDE PERIODE DE SUIVI, DE MARS 93 A FEVRIER 95



- une totale refeuillaison, si l'arbre a été totalement émondé en fin de saison sèche;
- une partielle refeuillaison, si l'émondage a, en une seule fois, prélevé une partie du houppier ; l'autre partie non émondée, apparaîtra "normalement" défeuillée;
- de multiples et successives refeuillaisons, si plusieurs émondages ont été réalisés au cours de la saison sèche ; on peut alors observer en pleine saison des pluies des individus avec des bourgeons déboussant, des feuilles épanouies, des vieilles feuilles et des rameaux nus.

Cette complexité des situations rend délicate toute interprétation de la variation de l'amplitude et de l'intensité de la feuillaison pour un stade donné. Ainsi, pour le stade C, les arbres sont pour la plupart pleinement et durablement feuillés après la saison des pluies 1994 alors qu'ils le sont médiocrement entre les saisons des pluies 1993 et 1994.

On peut ici faire l'hypothèse que la très abondante saison des pluies 1994 est à l'origine de cette différence constatée avec la saison précédente.

le stade D des "vieilles feuilles" apparaît centré sur le mois de février en milieu de saison sèche et très exactement entre la feuillaison et la refeuillaison du stade C. Très logiquement apparaît un second pic des "vieilles feuilles" centré sur la mi-août et qui concerne donc les arbres ayant réfeuillé au début de la saison des pluies 1994. La même observation vaut pour la saison précédente avec un léger décalage du pic secondaire (fin août 1994).

Au cours de la saison sèche 1994-1995, on relève que très peu d'arbres portent des vieilles feuilles, entre décembre et février, alors qu'à la saison précédente l'inverse était constaté. Ceci corrobore ce qui a été précédemment dit pour l'optimum de feuillaison enregistré à la même période et renforce l'interprétation d'une relation de cause à effet entre l'abondance de la pluviométrie et l'intensité de la feuillaison ;

- Au stade A "**des rameaux nus**", globalement en correspondance avec la saison des pluies (cf. **graphique 109**), on observe à nouveau des décalages et une forte variabilité intersaisonnière en termes de durée et d'intensité de ce stade. Déjà, entre le milieu et la fin de la saison sèche, 1993-94, la presque totalité des arbres se défeuille partiellement, soit 2 mois avant les pluies. A la mi-mars 1994, une petite partie de l'effectif est totalement défeuillée avant les autres. Ce premier pic correspond aux arbres totalement émondés, et à quelques arbres à défeuillaison précoce. Le dernier pic, centré sur la fin août est celui de la défeuillaison des arbres émondés. Un même pic est observable à la saison des pluies précédente, en 1993.

Toutefois, la différence d'intensité est importante entre les saisons 1993 et 1994. On peut alors se demander quelle est la part des émondages, celle de la saison des pluies et de leur interaction. L'intensité d'émondage d'une saison à

l'autre est restée forte, sans évolution notable. Par contre, la pluviométrie est passée de 630 mm à 1025 mm avec une précocité de près de 2 mois en 1994. La première moitié de cette abondante saison des pluies est particulièrement favorable à la refeuillaison des arbres émondés durant cette période si on considère que ces individus au développement végétatif alors conforme à celui des autres espèces répondent aux conditions optimales de la saison. L'épisode des rameaux nus apparaît en conséquence différé et contenu en intensité. D'ailleurs, 15 à 20 % de l'effectif traverse la saison des pluies 1994 sans jamais se défeuiller.

4.2.3. Effet de l'émondage

4.2.3.1. Sur les faidherbias de Watinoma

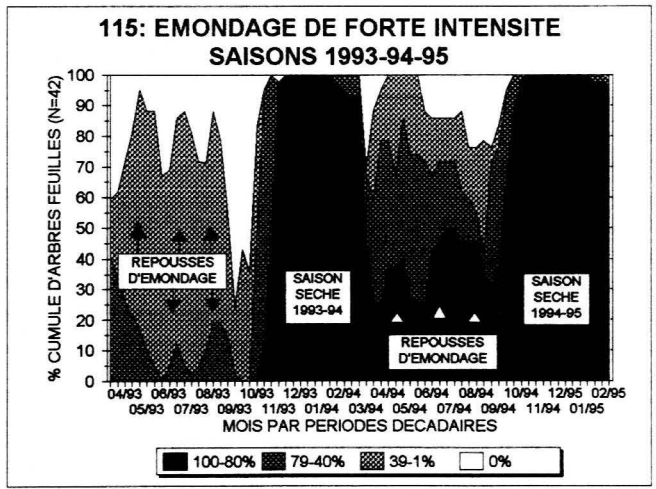
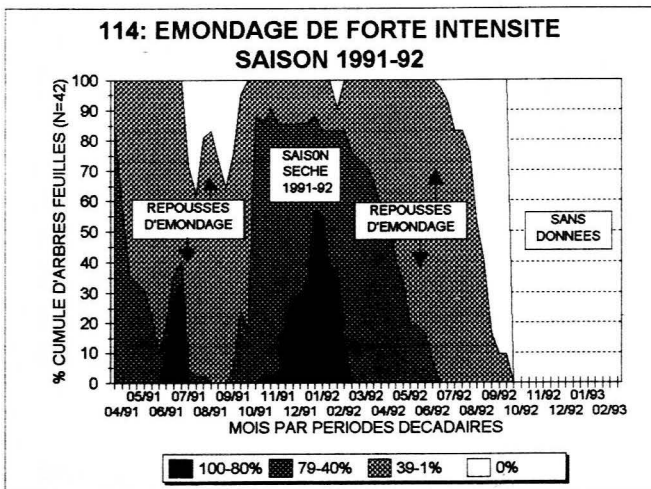
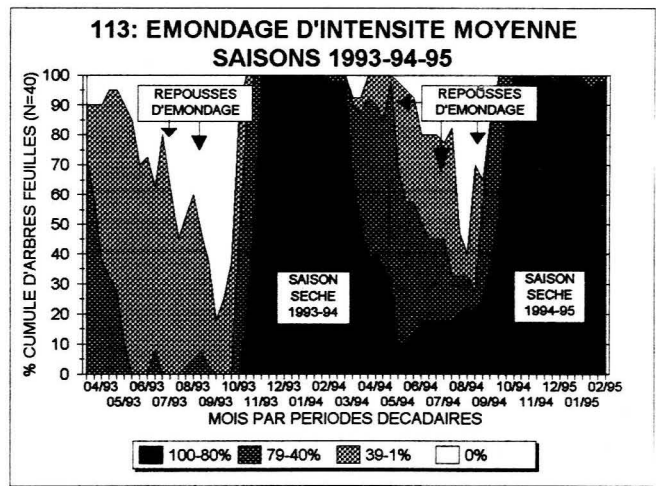
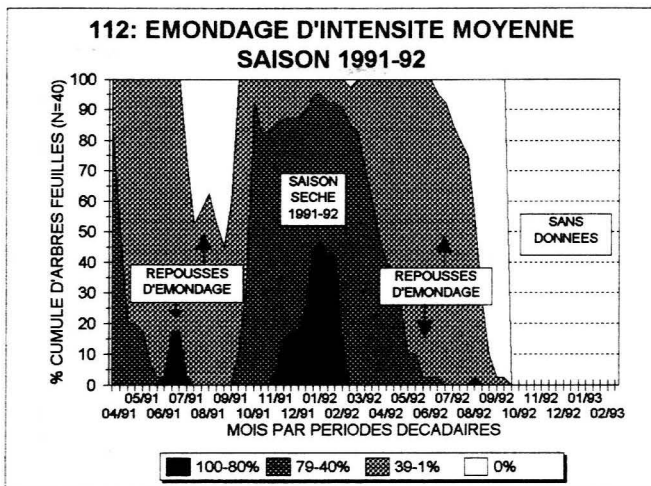
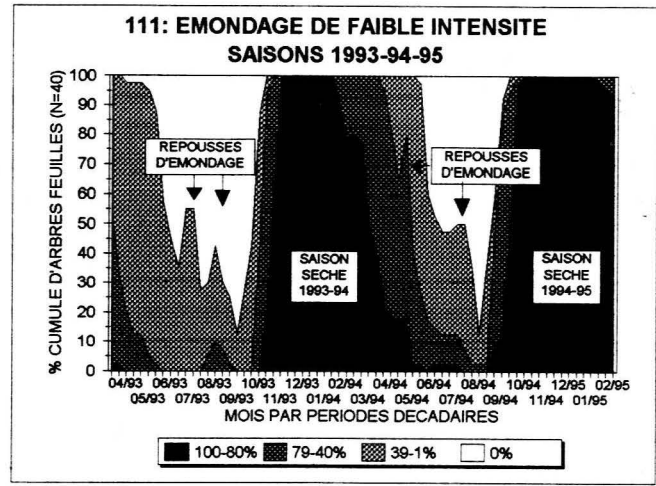
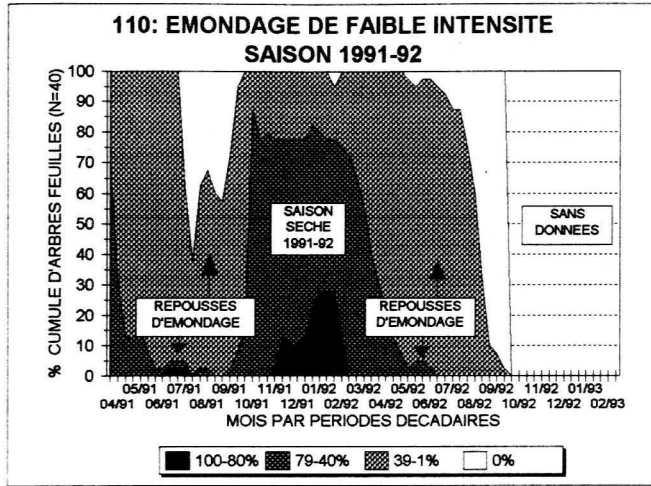
A Watinoma, la distribution de la feuillaison et des refeuillaisons induites par l'émondage est analysée sur les 2 périodes de suivi, de la fin de la saison sèche 91 à la fin de la saison des pluies 92 et de la fin de la saison sèche 92 au milieu de la saison sèche 93. Elle est figurée par les **graphiques 110, 111 et 112**, d'une part, et **113, 114 et 115**, d'autre part. L'intensité de la feuillaison y est représentée par des classes de pourcentages correspondant à des regroupements de cotations.

Pour les 2 périodes, on observe très clairement une variation de l'amplitude de la refeuillaison en fonction de l'intensité de l'émondage :

- déjà, en régime de faible intensité d'émondage, la feuillaison apparaît prolongée jusqu'au milieu de la saison des pluies. Les refeuillaisons y sont révélées par des pics secondaires. La plage de la défeuillaison totale (0 % d'arbres feuillés), réduite dans le temps et en amplitude par ces refeuillaisons n'est assez bien marquée qu'au sortir des saisons des pluies 1993 et 1994 ;
- avec l'émondage d'intensité moyenne, la feuillaison gagne en étendue et surtout en intensité, notamment en 1991-1992 et 1994. La refeuillaison affecte également un plus grand nombre d'arbres. Entre les saisons sèches 1993-1994 et 1994-1995, l'intensité maximale de la feuillaison (80-100 %) affecte sans discontinuité 15 à 20 % de l'effectif. La plage des défeuillaisons (0 % d'individus feuillés) a considérablement diminué au cours de la saison des pluies 1994 au point que les arbres feuillés sont alors plus nombreux que ceux défeuillés ;
- l'intensité d'émondage la plus forte engendre les refeuillaisons les plus étendues en intensité et en effectif, avec cependant d'importantes variations d'une saison à l'autre.

De la saison sèche 1993-1994 à la saison sèche 1994-1995, la majorité des arbres est fortement feuillée alors que l'intensité est moindre à la saison précédente. La plage des défeuillaisons est relativement brève ne concernant, au plus, que 20 à 30 % de l'effectif. Elle résulte de deux événements distincts se chevauchant en partie :

GRAPHIQUES 110 A 115: EFFET DE L'EMONDAGE SUR LA FEUILLAIISON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA



- * de l'émondage en fin de saison sèche, des individus totalement émondés sont assimilés à la défeuillaison ;
- * de la défeuillaison saisonnière des arbres au cours de la saison des pluies.

Cette succession des phases de feuillaison, refeuillaison, défeuillaison analysée en 7 périodes successives en fonction de l'intensité de l'émondage est consignée au **tableau 53-1**. On y relève que plus l'émondage est fort plus la (re)feuillaison est significativement intense entre la fin de la saison sèche et le milieu de la saison des pluies. Elle est généralement plus étendue et compte les maxima les plus élevés.

Par contre, en saison sèche, avant la période des émondages, les différences sont nulles ou beaucoup plus ponctuelles (saison sèche 1991-92).

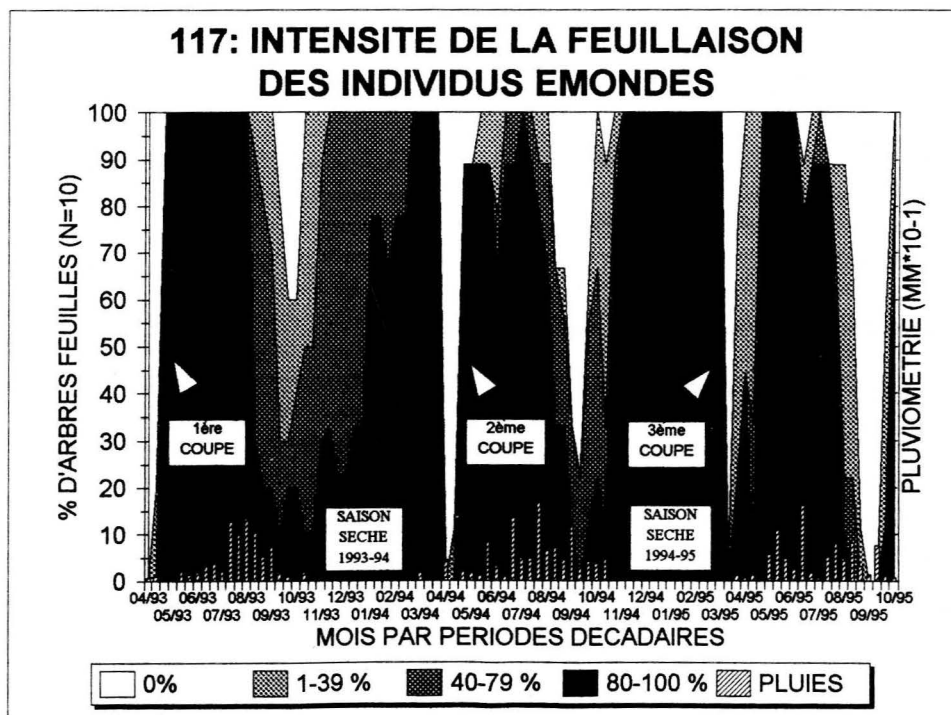
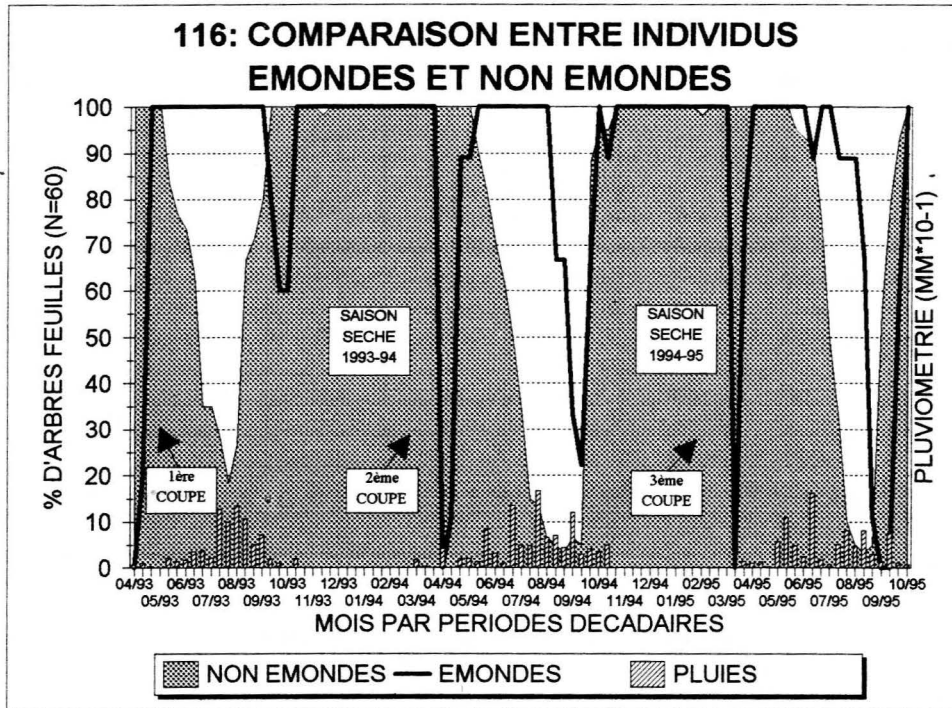
L'émondage, a donc pour effet de prolonger et d'intensifier la feuillaison, alors quasi-continue en saison des pluies et d'inverser le rythme phénologique qui caractérise l'espèce. La croissance des arbres est corrélativement prolongée d'un nombre égal de mois en saison des pluies. On peut alors se demander si ce gain de croissance induit par l'émondage ne "compense" pas la perte de croissance causée par la réduction de la surface du houppier des arbres (cf. **photographies 41 à 43**).

4.2.3.2. Sur les faidherbias de Dossi

A Dossi, la comparaison entre l'intensité et l'étendue de la feuillaison des faidherbias non émondés et ceux totalement émondés montre des différences très hautement significatives (cf. **graphique 116 et tableau 53-2**) :

- les coupes totales, réalisées à un an d'intervalle en fin de saison sèche, entre fin mars et début avril, engendrent une rapide et totale refeuillaison qui s'étend l'ensemble de la saison des pluies (cf. **Photographie 40**) ;
- la défeuillaison des arbres émondés est non seulement différée de 3 à 4 mois par rapport aux arbres non émondés, mais elle est également très écourtée. En l'espace de 3 à 4 décades, en fin de saison des pluies, les arbres se défeuilleient puis se refeuilleient. On note que cette défeuillaison affecte de plus en plus d'arbres de 1993 à 1995 : à la 3ème défeuillaison, en octobre 1995, tous les arbres émondés se défeuilleient à l'instar des arbres non émondés ;
- finalement, le seul point commun aux deux phénogrammes est la relative synchronie avec laquelle les différents effectifs se refeuilleient. Malgré un léger décalage des courbes en 1993 et 1995, tous les arbres, émondés ou non, sont à nouveau feuillés en début de saison sèche. L'année 1994, très pluvieuse et tardive qui a retardé la refeuillaison des arbres non émondés présente une

GRAPHIQUES 116 ET 117: EFFET DE L'EMONDAGE TOTAL SUR LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI



TABEAU 53 : EFFET DE L'EMONDAGE SUR LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA ET A DOSSI : ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DE LA FEUILLAISSON PAR PERIODES SUCCESSIVES

1- A Watinoma :

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
1 : 5/4/91 au 25/8/91	16 ³	20 ³	32 ³	51 ³	61 ³	71 ³	86 ²	87 ²	92 ²
2 : 5/9/91 au 25/3/92	46 ¹	53 ¹	53 ¹	70 ¹	78 ¹	80 ¹	96	95	96
3 : 5/4/92 au 25/9/92	14 ³	16 ³	32 ³	34	41	41	74	74	76
5 : 25/3/93 au 5/8/93	16	20	19	44	50	46	68 ²	79 ²	78 ²
6 : 25/8/93 au 25/3/94	66	66	66	90	90	90	83	84	85
7 : 5/4/94 au 25/9/94	34 ³	49 ³	58 ³	81 ¹	84 ¹	87 ¹	69 ³	83 ³	89 ³
8 : 5/10/94 au 25/2/95	90	90	90	90	90	90	100	100	100

2- A Dossi :

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)	
	E0	E t	E0	E t	E0	E t
1 : 20/04/93 au 20/10/93	36 ³	70 ³	72 ¹	90 ¹	70 ²	91 ²
2 : 30/10/93 au 20/4/94	74	79	89	90	98	100
3 : 30/4/94 au 30/9/94	29 ³	65 ³	81	90	45 ³	80 ³
4 : 10/10/94 au 30/3/95	80	86	90	90	94	98
5 : 10/4/95 au 20/9/95	45 ³	59 ³	90	90	65 ³	83 ³

E0, E1, E2, E3, Et : émondage nul, faible, modéré, fort, total

Analyses et signification statistique :

Moyenne : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyenne des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

¹Significatives

²Hautement significatives

³Très hautement significatives

Périodes étudiées :

1,3,5 et 7 : de la fin de la saison sèche au milieu de la saison des pluies (jusqu'en fin de saison des pluies à Dossi)

2,4, 6, et 8 : de la fin de la saison des pluies au milieu de la saison sèche (jusqu'en fin de saison sèche à Dossi)

synchronie parfaite entre les effectifs comparés en fin de saison des pluies alors que le décalage de 2 mois était total sur l'effectif en début de saison.

Le **graphique 117** permet de préciser l'amplitude et l'intensité de la feuillaison des arbres émondés, les contrastes étant plus marqués qu'à Watinoma :

- les valeurs maximales de l'intensité (80 à 100 %) dominent le phénogramme. Elles affectent 75 à 100 % des arbres durant la plus grande partie de l'année. Si ces valeurs maximales ne sont en général pas significativement supérieures à celles des arbres non émondés, par contre l'intensité moyenne des arbres émondés est 2 fois plus élevée, entre la fin de la saison sèche et la fin de la saison des pluies.
- corrolairement, la feuillaison est significativement plus étendue dans le temps. A la différence de Watinoma ; on n'observe pas ici de chevauchements ni de pics successifs, l'émondage ayant été expérimentalement fixé en temps et en intensité. De fait, la feuillaison a une distribution bimodale au périodisme régulier, centré, d'une part, sur la première moitié de la saison des pluies (après émondage) et, d'autre part, entre le milieu et la fin de la saison sèche ;
- la coupe totale qui assimile les arbres à une défeuillaison totale est toujours suivie d'une refeuillaison de forte intensité, généralement continue. Une exception apparaît après la seconde coupe : deux arbres se sont médiocrement refeuillés et l'un des deux est finalement mort. Le fait résulte plus de l'état sanitaire des arbres (partiellement brûlés lors de la préparation des champs) que d'un effet de l'émondage total car les autres arbres ont bien répondu à ce régime de coupe auquel les arbres de Watinoma répondent également très bien.

4.2.4. Effet de la dimension de l'arbre

Les résultats donnés au **tableau 54** et illustrés par les **graphiques 118 à 120** pour Dossi et les **graphiques 121 à 126** pour Watinoma font ressortir :

- globalement, une feuillaison plus intense, assortie de maxima plus élevés pour les plus grands, mais les différences ne sont véritablement marquées qu'à Watinoma et en période de refeuillaison.
- une feuillaison un peu plus étendue pour les plus grands arbres, de Watinoma mais équivalente pour tous les arbres, non émondés, de Dossi.

A Watinoma, sur la plupart des périodes analysées, les arbres de 50-100 et 100-200 cm de circonférence se différencient peu sauf sur l'avant-dernière période où les arbres de circonférence intermédiaire (100-200 cm) apparaissent plus feuillés que les plus gros arbres (de juin à août 1994). Cette refeuillaison de saison des pluies est, nous l'avons vu, le fait des émondages de saison sèche. Ces émondages sont souvent plus forts sur les arbres de taille

TABEAU 54 : EFFET DE LA CIRCONFERENCE SUR LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA ET A DOSSI : ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DE LA FEUILLAISSON PAR PERIODES SUCCESSIVES

1- A Watinoma (tous individus)

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA FEUILLAISSON (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA FEUILLAISSON (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1 : 5/4/91 au 25/8/91	18 ¹	21 ¹	24 ¹	57 ¹	64 ¹	65 ¹	87 ¹	88 ¹	91 ¹
2 : 5/9/91 au 25/3/92	47 ³	50 ³	60 ³	72 ²	74 ²	87 ²	91 ¹	97 ¹	94 ¹
3 : 5/4/92 au 25/9/92	14 ²	15 ²	19 ²	36 ¹	37 ¹	49 ¹	74 ³	72 ³	80 ³
5 : 25/3/93 au 5/8/93	15 ³	19 ³	24 ³	40 ³	48 ³	59 ³	67 ³	77 ³	82 ³
6 : 25/8/93 au 25/3/94	65 ²	66 ²	68 ²	90	90	90	82 ²	85 ²	86 ²
7 : 5/4/94 au 25/9/94	35 ³	56 ³	53 ³	79 ³	86 ³	90 ³	69 ³	88 ³	88 ³
8 : 5/10/94 au 25/2/95	90	90	90	90	90	90	100	100	100

2- A Dossi (individus non émondés) :

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA FEUILLAISSON (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA FEUILLAISSON (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
1 : 20/8/92 au 30/7/93	54	57	57	81	83	87	89	89	89
2 : 10/8/93 au 10/8/94	53 ¹	57 ¹	59 ¹	89	90	90	76	73	78
3 : 20/8/94 au 10/8/95	63	64	64	89	90	90	78	79	79

C1, C2, C3 : 50-100, 100-200 et 200-300 cm de circonférence

Analyses et signification statistique :

Moyennes : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyennes des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

¹Significatives

²Hautement significatives

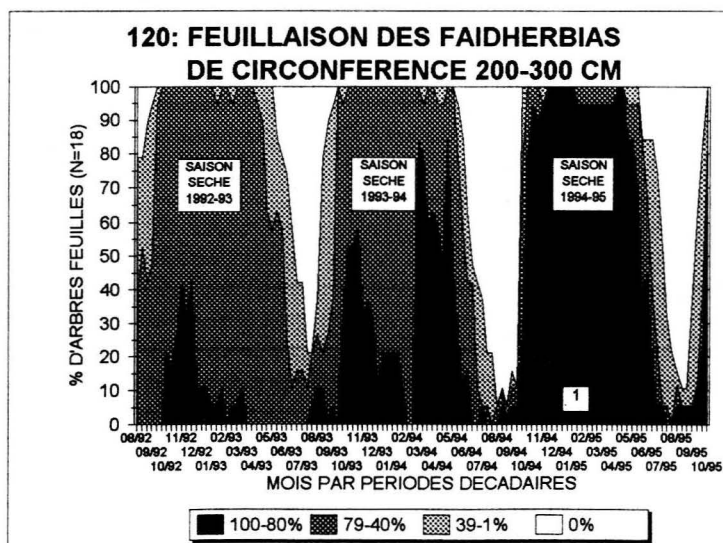
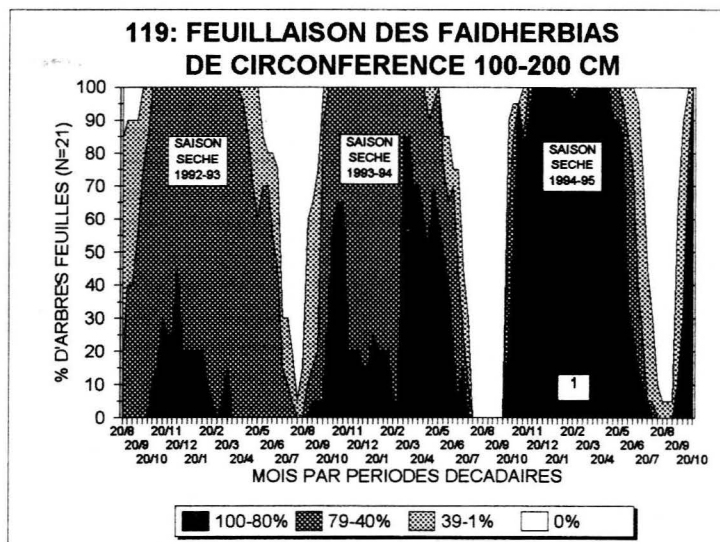
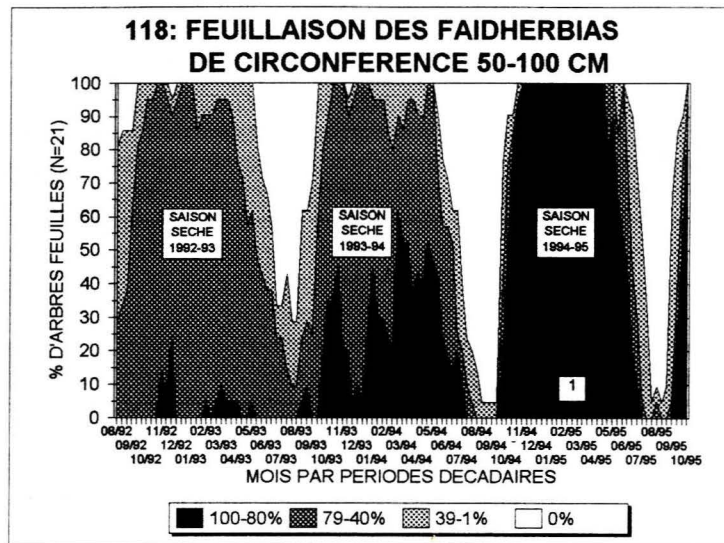
³Très hautement significatives

Périodes étudiées :

A Watinoma : 1, 3, 5 et 7 : de la fin de la saison sèche au milieu de la saison des pluies
2, 4, 6 et 8 : de la fin de la saison des pluies au milieu de la saison sèche

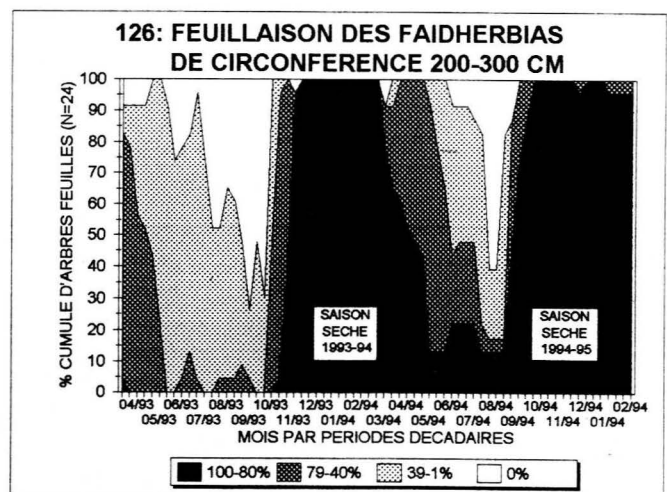
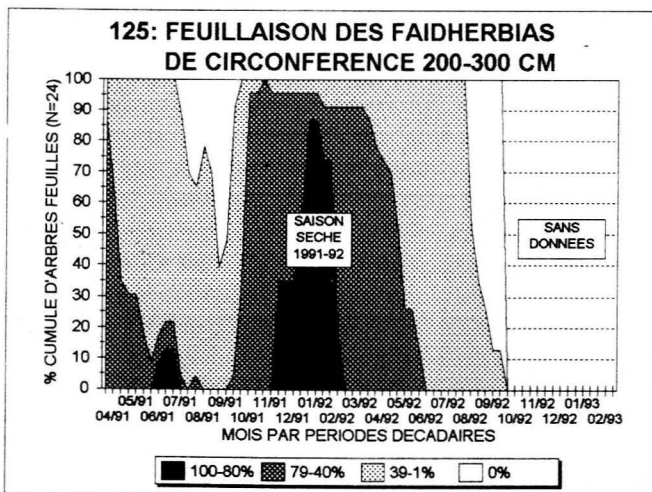
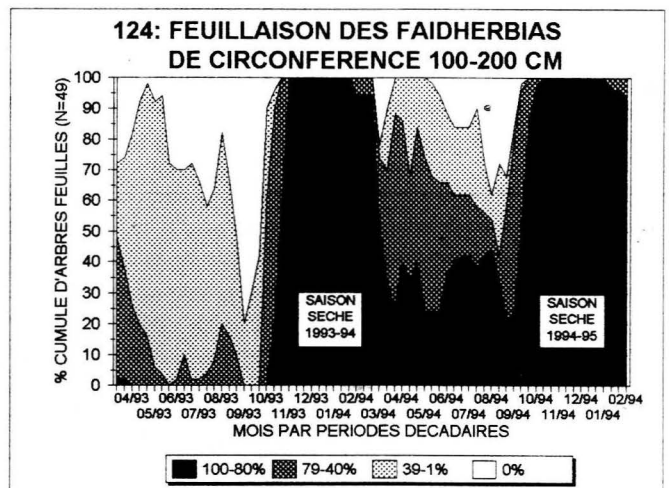
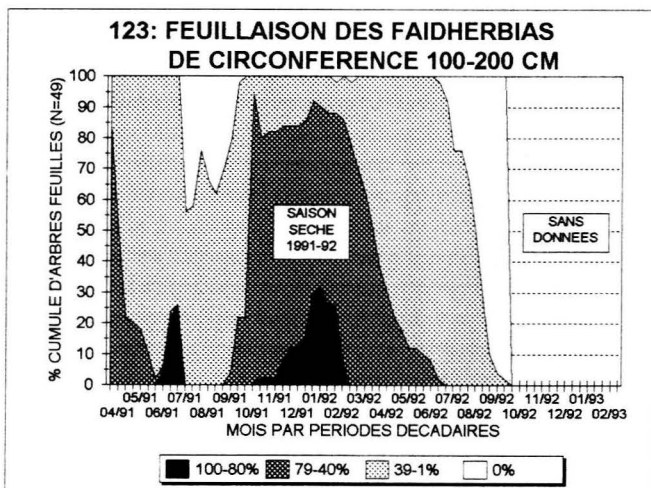
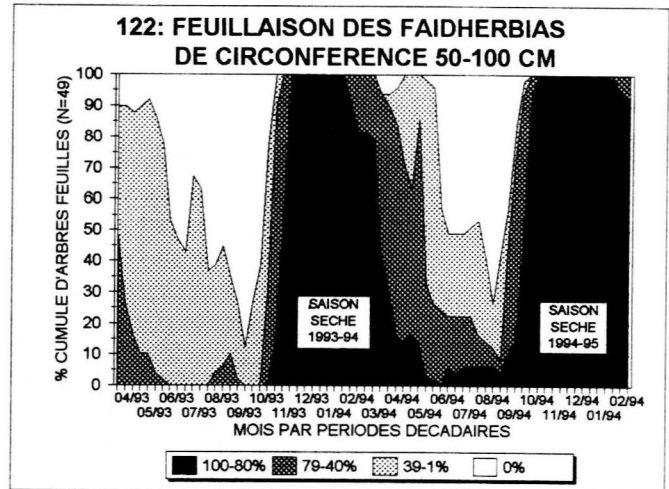
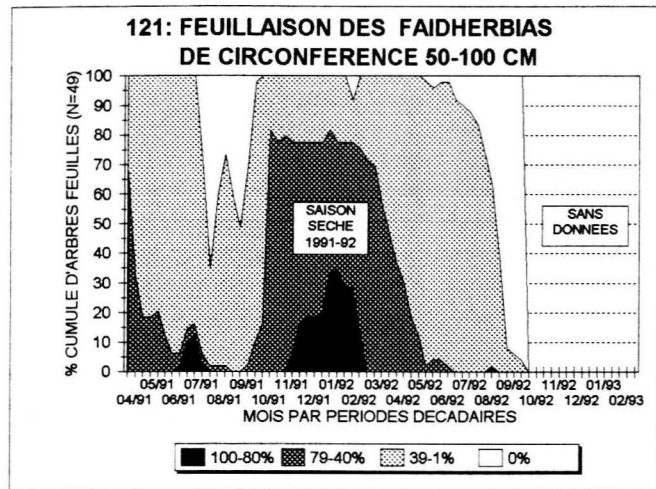
A Dossi : 1, 2 et 3 : saisons sèches 1992-93, 1993-94 et 1994-95

**GRAPHIQUES 118 A 120: EFFET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE SUR LA
FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI**



1: LA CLASSE 0% N'A PAS ETE DIFFERENCIEE DE LA CLASSE 1-39 % EN 1994-95,
EN RAISON D'OBSERVATIONS BIAISEES , LES 2 CLASSES ETANT ICI CUMULEES

GRAPHIQUES 121 A 126: EFFET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE SUR LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA EN 1991-92 ET 1993-1995



intermédiaire, accessibles et bien feuillés. Quant aux plus petits arbres, s'ils sont en saison des pluies moins feuillés que les plus grands, c'est en grande partie parce que l'émondage les épargne pour beaucoup. C'est ce qui ressort du suivi de l'émondage dont l'analyse est donnée en partie V.

4.2.5. Effet du site

A Watinoma, la comparaison des phénogrammes donne un sensible avantage au site de bas de versant (cf. **graphiques 129 à 132 et le tableau 55**) :

- la feuillaison est initiée entre fin août et fin septembre selon l'année; elle s'étend à tout l'effectif un mois à un mois et demi plus tard sur hauts comme sur bas de versant ;
- mais la défeuillaison (0 % d'arbres feuillés) apparaît un peu plus étendue dans le temps comme en amplitude sur le site le plus sec des hauts de versant. Le décalage est d'environ 2 décades avec le site des bas de versant, correspondant à la fois à une défeuillaison plus tardive et à des refeuillaisons plus étendues sur ce site bien alimenté en eau mais aussi qui compte les arbres les plus émondés des parcs.
- corrolairement sur bas de versant, la feuillaison prend des valeurs moyennes significativement plus élevées en saison sèche comme en saison des pluies sans que les maxima différencient véritablement les deux sites. Dans les deux cas la succession des pics de variation en fin de saison sèche induit une forte variabilité, celle-ci est liée aux émondages totaux qui se traduisent par des minima assimilables à une défeuillaison totale.

A Dossi, la comparaison de la feuillaison des 2 sous-échantillons d'arbres du centre et des versants ne montrent aucune différence significative sur l'étendue, l'intensité et les valeurs maximales de la feuillaison des faidherbias (cf. **graphiques 127 et 128**) :

- au cours de la dernière saison des pluies, en 1995, la feuillaison s'étend à un effectif un peu plus important sur le site le plus humide mais, en 1993, la tendance montre une feuillaison légèrement plus intense et mieux représentée.

La différenciation étant à Dossi quasi-nulle, la question fut posée de savoir si tous les individus échantillonnés étaient bien représentatifs des sites comparés, notamment du bas de versant ouest et du centre ayant en commun des sols bruns eutrophes plus ou moins profonds.

Aussi, un second échantillonnage, entre les 10 arbres des sols les plus hydromorphes, de la dépression centrale, et 10 de chacun des versants est et ouest sur les parties les plus sèches (moyen à haut versant) a été réalisé. L'analyse faite sur cet échantillonnage n'a pas apporté de précision. Les courbes de la feuillaison des 3 sites comparés sont quasi-superposables et les modestes variations observées dans le temps ou en intensité apparaissent comme le fait de quelques individus.

TABLEAU 55 : EFFET DU SITE SUR LA FEUILLAISSON DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA ET A DOSSI : ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DE LA FEUILLAISSON PAR PERIODES SUCCESSIVES

1- A Watinoma (tous individus) :

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA FEUILLAISSON (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA FEUILLAISSON (%)	
	HV	BV	HV	BV	HV	BV
1 : 5/4/91 au 25/8/91	20	21	61	61	89	87
2 : 5/9/91 au 25/3/92	46 ²	54 ²	70	80	97	95
3 : 5/4/92 au 25/9/92	16	15	39	38	72 ²	77 ²
5 : 25/3/93 au 5/8/93	16 ²	20 ²	44	51	81	82
6 : 25/8/93 au 25/3/94	64 ¹	67 ¹	90	90	82 ²	85 ²
7 : 5/4/94 au 25/9/94	43 ³	50 ³	79 ²	87 ²	81 ²	88 ²
8 : 5/10/94 au 25/2/95	90	90	90	90	100	100

HV : hauts de versant ; BV : bas de versant et bas-fonds

2- A Dossi (individus non émondés) :

PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA FEUILLAISSON (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA FEUILLAISSON (%)	
	VERSANTS	CENTRE	VERSANTS	CENTRE	VERSANTS	CENTRE
1 : 20/8/92 au 30/7/93	57	55	85	81	89	89
2 : 10/8/93 au 10/8/94	56	57	89	90	75	75
3 : 20/8/94 au 10/8/95	63	64	90	90	78	80

Versants : versants est et ouest encadrant le centre du parc

Analyses et signification statistique :

Moyennes : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyennes des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

¹Significatives

²Hautement significatives

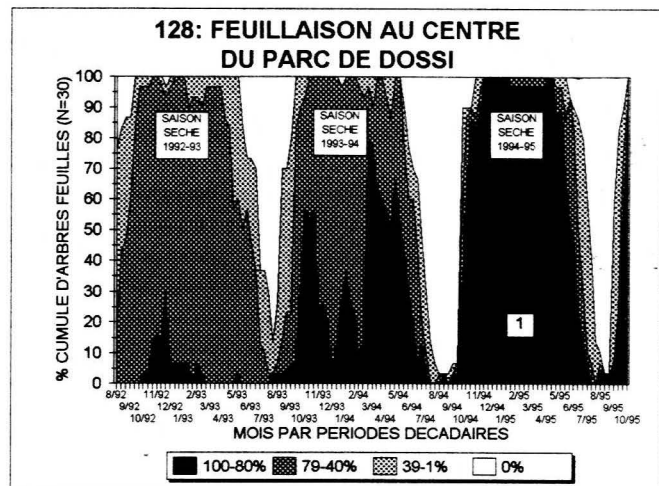
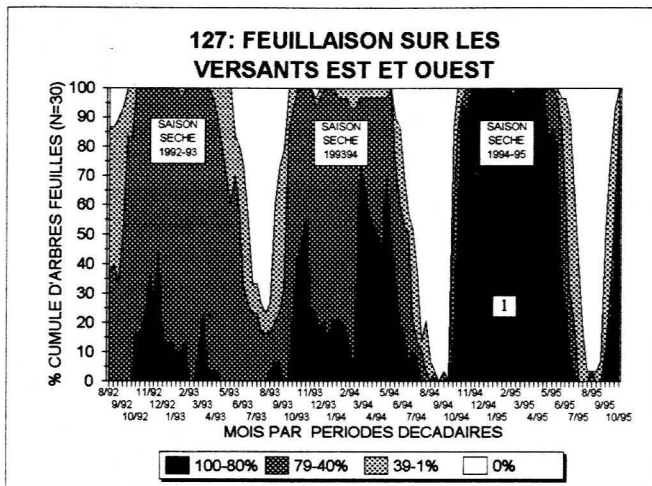
³Très hautement significatives

Périodes étudiées :

A Watinoma : 1, 3, 5 et 7 : de la fin de la saison sèche au milieu de la saison des pluies
2, 4, 6 et 8 : de la fin de la saison des pluies au milieu de la saison sèche

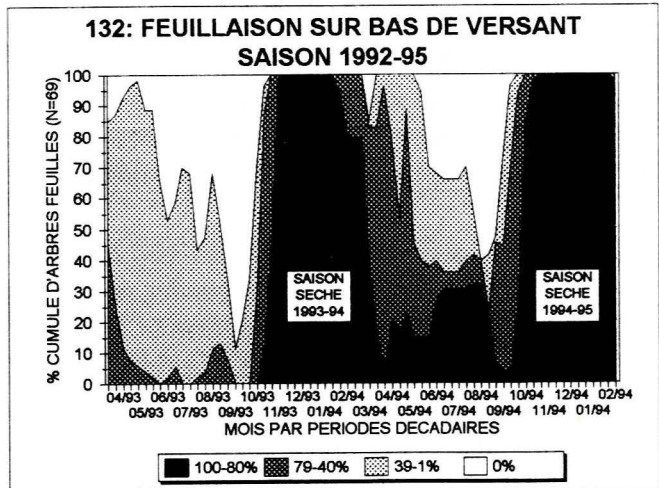
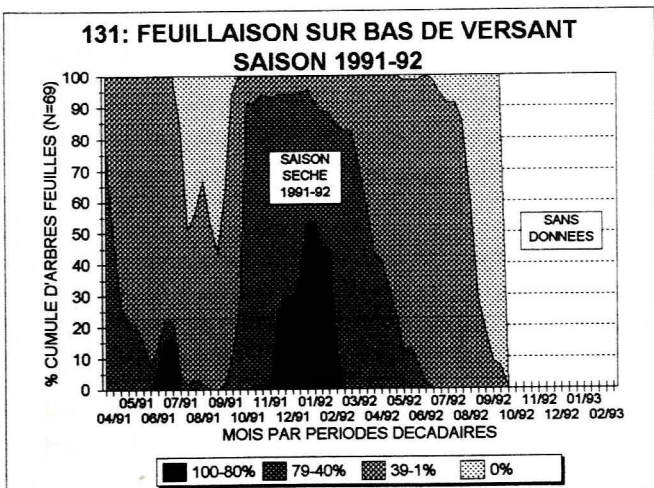
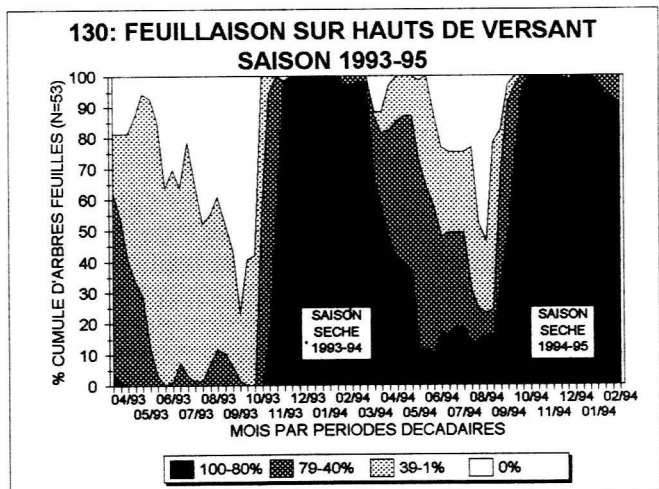
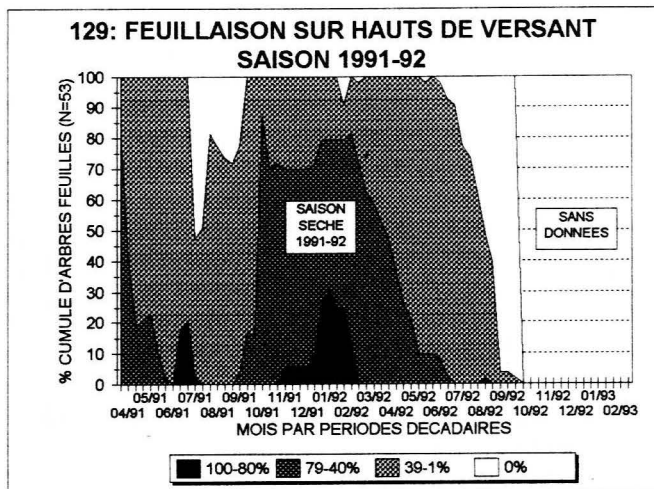
A Dossi : 1, 2 et 3 : saisons sèches 1992-93, 1993-94 et 1994-95

GRAPHIQUES 127 A 132: EFFET DU SITE SUR LA FEUILLAISSON DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI ET A WATINOMA



A DOSSI

1: LA CLASSE 0% N'A PAS ETE DIFFERENCIEE DE LA CLASSE 1-39 % EN 1994-95, EN RAISON D'OBSERVATIONS BIAISEES, LES 2 CLASSES ETANT ICI CUMULEES



A WATINOMA

A la différence de Watinoma, le facteur site constitue donc un facteur peu distinctif de la feuillaison. Ces résultats expriment à nouveau le caractère d'homogénéité du parc à *Faidherbia* de Dossi. Même sur les parties amont les plus sèches du parc, l'espèce ne paraît pas se différencier des individus du site le plus humide. Le fait a été mesuré au niveau de l'alimentation en eau de l'espèce par des mesures de flux de sève (com. pers. O. ROUPSARD). Finalement on peut se demander si les différences observées à Watinoma entre les sites ne résultent pas essentiellement du régime d'émondage, plus intense et touchant plus d'arbres sur bas de versant.

4.3. LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION

Les différents stades de la floraison et de la fructification de *Faidherbia albida* ont été observés sur deux saisons à Watinoma et trois à Dossi selon les facteurs site, émondage, et dimension de l'arbre. Cependant, les phénophases étant plus circonscrites dans le temps et moins complexes à étudier que la feuillaison, l'analyse et la restitution graphique des différents phénogrammes ont été résumées tous stades confondus.

Les cotations relatives à l'intensité de la floraison et à celles de la fructification ont, comme pour la feuillaison, été converties et regroupées en 4 classes de fréquence : 0 %, 1 à 39 %, 40 à 79 % et 80 à 100 %.

4.3.1. Effet de l'émondage

Le facteur émondage contribuant, selon les exploitants, plus que tout autre facteur à la variabilité de la production fruitière de l'espèce, nous avons évalué son effet sur la floraison et la fructification en premier lieu à Dossi qui incorpore un large échantillonnage d'arbres non émondés.

A Dossi, l'effet de l'émondage sur la floraison apparaît très clairement au **tableau 56-2** et à travers les **graphiques 133 et 134** qui comparent les phénogrammes des 60 *Faidherbia* non émondés et des 10 individus totalement émondés, 3 années successives :

- la floraison des arbres non émondés démarre en début de saison sèche, généralement 2 à 3 décades après le début de la feuillaison. On observe toutefois une floraison précoce chez quelques individus, avant la fin de saison des pluies (fin août 1992 et 1995), soit une à deux semaines après leur débourrement également précoce des bourgeons feuillés.

La floraison s'étend à l'ensemble de l'effectif sur 3 à 4 mois, de fin septembre ou fin octobre à fin décembre ou janvier selon l'année. Mais quelques arbres fleurissent une seconde fois entre janvier et mars, entre le milieu et la fin de la saison sèche. Le cas est remarquable pour la saison 1992-1993 : la fin de la floraison est engagée entre décembre et janvier pour la majeure partie de l'effectif mais une seconde floraison la prolonge, en janvier-février ou mars pour les arbres les plus tardifs. Dans les deux cas, seuls 10 % des arbres sont touchés par cette reffloraison d'intensité très inégale (1 à 80 %).

TABLEAUX 56 : EFFET DE L'EMONDAGE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA ET A DOSSI : ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES, ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DES PHENOPHASES D'UNE SAISON A L'AUTRE

1- A Watinoma :

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)		
	E1	E2	E3	E1	E2	E3	E1	E2	E3
FLORAISON : 1 : 25/7/91 au 15/4/92 2 : 5/10/93 au 15/2/94	27 24 ¹	28 24 ¹	27 17 ¹	90 53 ¹	90 57 ¹	90 46 ¹	42 ² 49 ²	45 ² 57 ²	46 ² 38 ²
FRUCTIFICATION : 1 : 5/9/91 au 25/4/92	24	22	23	90	89	90	54 ¹	60 ¹	61 ¹

2- A Dossi :

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)	
	E0	E t	E 0	E t	E0	E t
FLORAISON : 1 : 30/9/93 au 20/3/94 2 : 10/11/94 au 30/1/95	17 ³ 11 ³	5 ³ 6 ³	74 ³ 70 ³	23 ³ 34 ³	29 ³ 39 ³	14 ³ 7 ³
FRUCTIFICATION : 1 : 20/10/93 au 20/5/94 2 : 10/12/94 au 10/4/95	14 ³ 28 ³	4 ³ < 1 ³	49 ³ 69 ³	20 ³ 1 ³	56 ³ 37 ³	19 ³ 3 ³

E0, E1, E2, E3, Et : émondage nul, faible, modéré, fort, total

Analyses et signification statistique :

Moyennes : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyennes des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

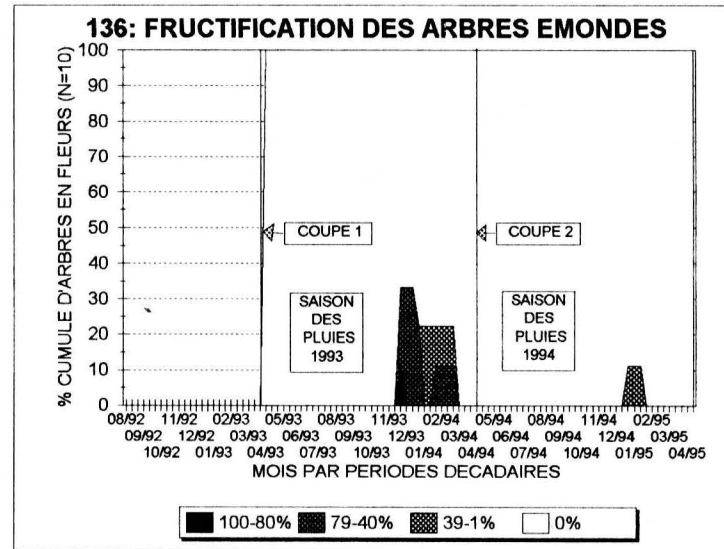
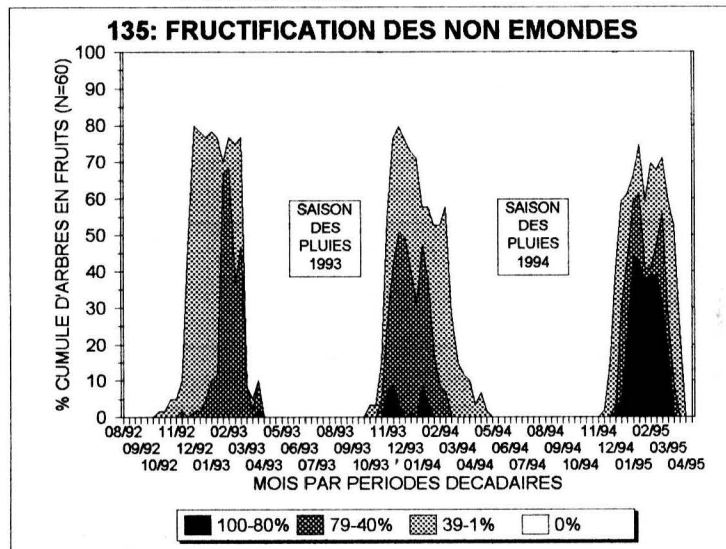
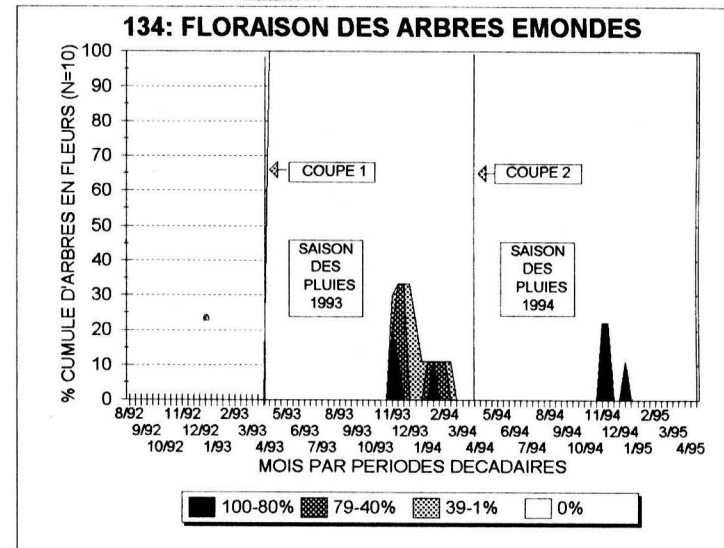
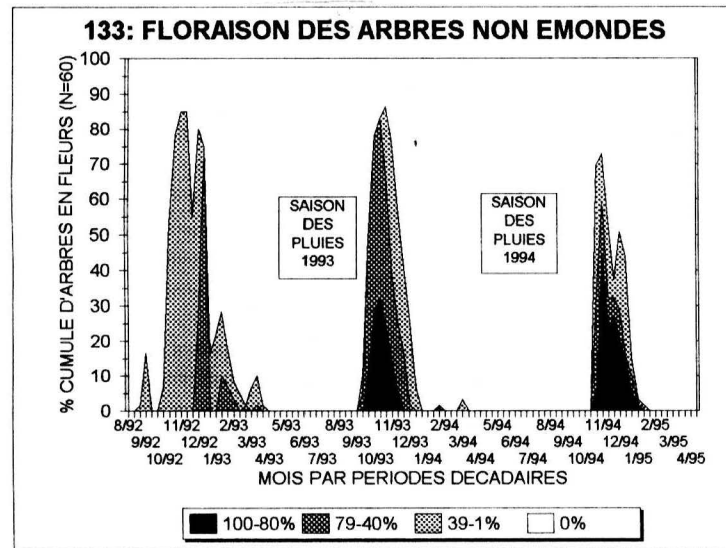
¹Significatives

²Hautement significatives

³Très hautement significatives

Périodes étudiées :

A Dossi comme à Watinoma, les périodes s'étendent à chaque saison 91/92, 93/94 et 94/95 de l'apparition des premières fleurs ou premiers fruits à la disparition ou chute des dernièr(e)s fleurs ou fruits



GRAPHIQUES 133 A 136: EFFET DE L'EMONDAGE TOTAL SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI

D'une saison à l'autre, l'étendue et l'intensité de la floraison varient également beaucoup. Ainsi, en 1994-1995, moins d'individus que les années précédentes ont fleuri. De durée comparativement réduite, cette floraison montre cependant une intensité plus forte : le houppier de la plupart des arbres a fleuri entre 80 et 100 %. La situation inverse prévaut en 1992-1993 ; presque tous les arbres ont fleuri médiocrement en début de saison. Ce n'est que plus tard dans la saison qu'ils ont fleuri avec plus d'abondance sur une période très brève.

Cette variabilité n'a pu être interprétée par les seuls paramètres dont nous disposions (pluviométries et températures moyennes) ni être reliée à diverses perturbations observées telles que le feu ou les attaques parasitaires.

- la comparaison de la floraison des arbres expérimentalement émondés et non émondés, présente un large décalage démontrant que l'émondage hypothèque considérablement la floraison et, bien évidemment, la fructification. Tous les indicateurs caractérisant la floraison expriment des différences très hautement significatives. En 1993-1994, seul un tiers des faidherbias émondés a fleuri. La floraison apparaît très fugace à la saison suivante où seuls 20 % des arbres ont fleuri.

On relève par ailleurs un décalage de la floraison des arbres émondés, corrélativement au décalage engendré sur la feuillaison. En effet, les faidherbias émondés fleurissent en novembre 1993, soit près de 2 mois après la floraison des individus non émondés. Mais le décalage n'est que de 2 décades en 1994.

Enfin, on relève que l'émondage induit une réponse différée des arbres dans le temps : le profil de l'histogramme présente deux vagues successives de floraison en 1993-94 comme en 1994-95.

La fructification, analysée au **tableau 56-2**, est illustrée par les **graphiques 135 et 136**:

- la fructification des individus non émondés et plus précisément la nouaison démarre 2 à 4 décades après l'apparition des premières fleurs. La pleine maturation des fruits s'étend de novembre à février. Les fruits mûrs et alors secs tombent pour la plupart entre février et avril généralement sous l'effet du vent. Quelques rares fruits restent indéhiscents jusqu'au début de la saison des pluies, en avril-mai. Presque, tous les individus qui fleurissent fructifient. Cependant pour quelques-uns, les fleurs avortent ou tombent (à cause du vent ou du feu). Les arbres n'auront alors pas de fruit ou la fructification sera très médiocre. C'est ce qui ressort de la comparaison des courbes de floraison et de fructification de la saison 1993-1994. Moins d'arbres ont fructifié et avec moins d'intensité qu'il n'en a fleuri ;

- la fructification des faidherbias totalement émondés est, à l'instar de la floraison, mauvaise. L'analyse comparative avec les arbres non émondés révèle même des écarts plus importants sur l'intensité et l'étendue de la fructification. Après la seconde coupe, la production fruitière de la saison 1994-1995 apparaît très affectée puisqu'un seul arbre sur dix a médiocrement fructifié (1 à 30 %).

En définitive, non seulement l'émondage total compromet la fructification mais sa répétition paraît l'annihiler.

L'effet expérimentalement évalué de l'émondage total sur la fructification confirme les résultats de nos enquêtes et ceux tirés de l'évaluation des productions fruitières présentée dans la partie V de notre étude.

A Watinoma, l'interprétation est plus délicate à établir car tous les arbres sont ou ont été émondés. De fait, la comparaison des **graphiques 137 à 142** pour les 2 périodes de floraison et **143 à 145** pour la seule période de fructification montre peu de différences. Mais l'analyse (cf. **tableau 56-1**) révèle toutefois que les arbres les plus fortement émondés fleurissent avec moins d'intensité (moyenne et maximale). L'étendue de la floraison est par contre variable d'une saison à l'autre : significativement plus importante pour les arbres fortement émondés en 1991-92 mais, à l'inverse, plus importante pour les arbres les moins émondés en 1994-95.

Comme à Dossi, on observe d'importantes variations en début et fin de floraison avec des décalages importants d'une saison à l'autre :

- la floraison est hâtive en 1991-92 et tardive en 1994-95. Au cours de la première période, 20 à 30% des individus fleurissent dès le milieu de la saison des pluies s'agissant d'arbres émondés (se refeillant en juillet). On peut relier ces floraisons à la très mauvaise saison des pluies 1991 déficitaire et particulièrement tardive (début août). A l'inverse, suite à une saison des pluies 1994 exceptionnellement abondante ayant débuté tôt (mai) et fini tard (début novembre), la floraison qui la suit paraît tronquée en étendue et en intensité (notamment pour les arbres modérément émondés) ;

- l'émondage engendre des floraisons successives dans le temps ; plus l'émondage est fort, plus le profil en dents de scie prend de l'amplitude ;

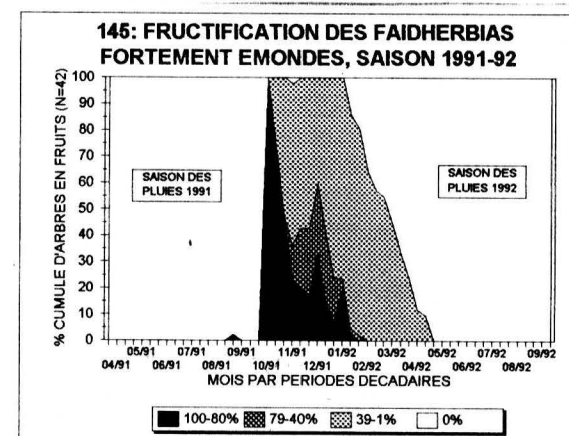
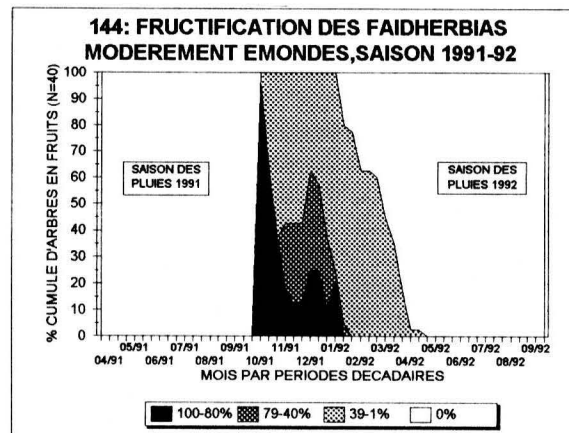
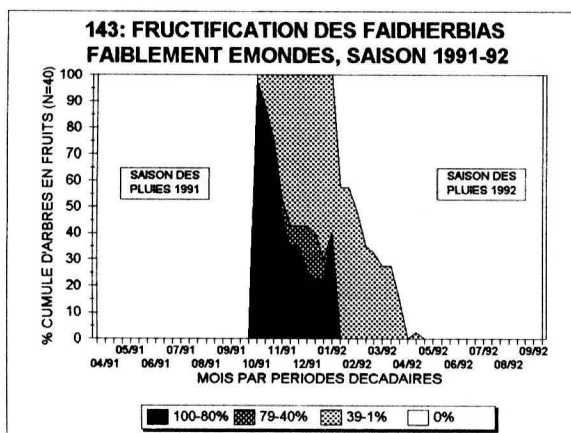
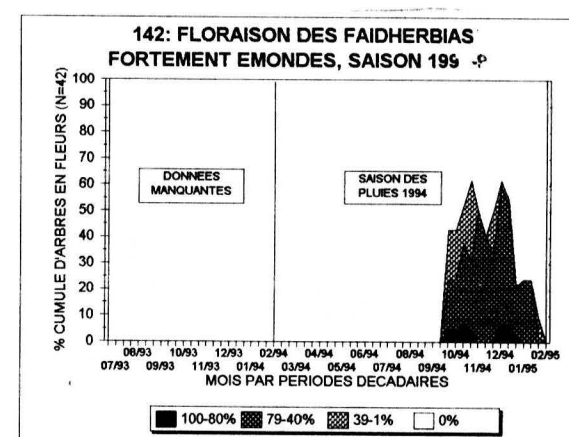
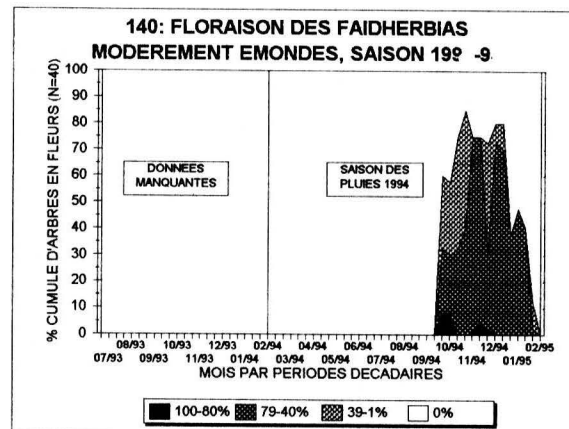
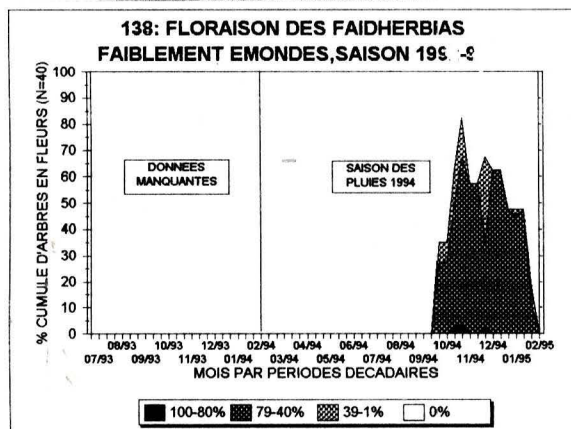
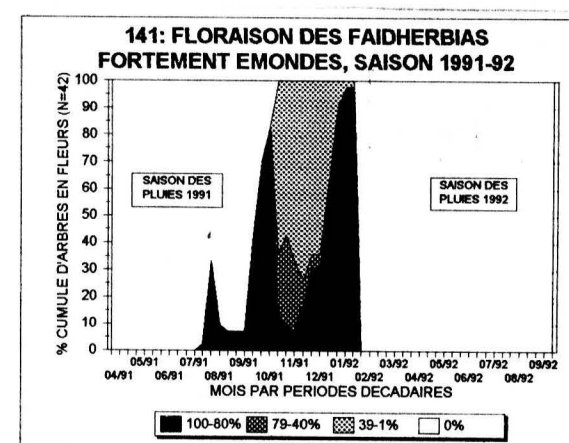
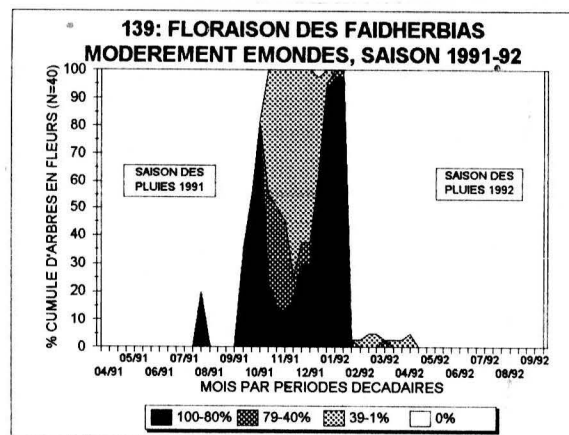
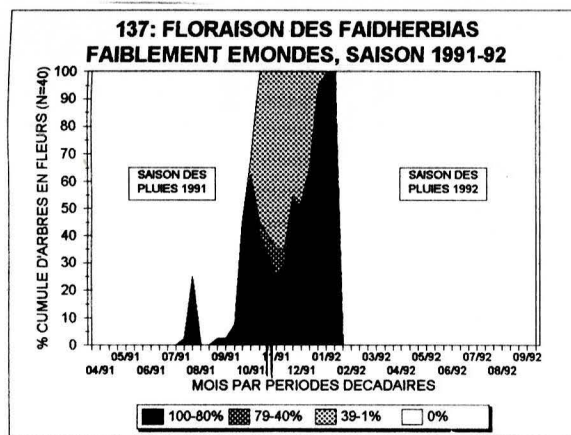
- quelques individus refleurissent très tardivement en 1991-92 mais assez médiocrement. Cet événement ponctuel semble être le fait d'une variabilité individuelle.

Quant à la fructification, si elle est significativement plus importante dans le temps pour les arbres les plus émondés, son intensité, sans être statistiquement différenciée, tend cependant à être plus importante pour les arbres les moins émondés. Comme pour la floraison qui la précède de 2 à 3 décades, la plage maximale d'intensité (80-100 %) est mieux représentée pour ces arbres que pour les autres.

D'autre part, les 20 à 30 % d'individus ayant fleuri "intempestivement" au cours de la saison des pluies 1991 n'ont pas produit de fruits (à l'exception d'un seul arbre fructifiant en fin de saison des pluies).

Enfin, la fructification qui s'étend sur une assez large période jusqu'en fin de saison sèche doit être relativisée. La plupart des fruits sont mûrs en début de saison sèche et sont tombés ou gaulés avant le milieu de la saison sèche (février). Mais il reste toujours quelques fruits secs résistant au vent et inaccessibles que représente la plage 1-39 %, en fin de saison sèche.

GRAPHIQUES 137 A 145: EFFET DE L'EMONDAGE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA



4.3.2. Effet de la dimension de l'arbre

La floraison comme la fructification sont très significativement influencées par la dimension des arbres à Dossi : les arbres de plus petite circonférence (50-100 cm) les plus jeunes, fleurissent avec moins d'intensité et sur une période plus courte que les arbres des 2 classes supérieures, moins bien ou non différenciées entre elles (cf. **tableau 57-2 et graphiques 146 à 148 et 149 à 151**). Parmi les plus petits arbres, quelques-uns, sexuellement immatures, n'ont d'ailleurs jamais fleuri au cours des 3 ans de suivi.

On observe à nouveau, pour la floraison, les fortes variations intersaisonnières précédemment mentionnées mais on peut ici préciser que l'amplitude des variations gagne avec la dimension des arbres. Les plus gros présentent une succession de pics de floraison avec plus de fréquence que les plus petits. C'est le cas en 1992-93 où les floraisons se sont succédées dans le temps alors qu'elles étaient plus groupées (et plus intenses) les années suivantes.

La fructification restitue assez fidèlement les variations enregistrées à la floraison. L'écart tend même à se creuser un peu plus entre les plus grands et les plus petits arbres.

La fructification apparaît 3 à 4 semaines après la floraison mais, là encore, on enregistre que les floraisons les plus hâtives (fin de la saison des pluies, en 1992) n'aboutissent pas pour la plupart. Il en va de même pour les floraisons tardives, les fleurs avortent ou chutent sous l'effet de vents assez forts et desséchants qui caractérisent la seconde moitié de la saison sèche (février-mars 1993 ou 1994).

A Watinoma, les phénogrammes sont assez similaires tant pour la floraison que pour la fructification (cf. **tableau 57-1 et graphiques 152 à 157 et 158 à 160**). C'est surtout, la durée de la floraison comme celle de la fructification des gros arbres qui est significativement supérieure à celle des petits arbres ; ces derniers ont une fructification significativement plus intense que celle des gros arbres. La variation est peut être liée à l'émondage. Les floraisons les plus précoces, fréquentes chez les gros arbres, les plus émondés et le plus tôt dans la saison sont peu suivies de fructification. Les petits arbres étant les moins émondés en raison de la faible biomasse qu'ils représentent, la floraison -et par conséquent la fructification- est relativement moins affectée, (mis à part le cas de quelques individus immatures qui comme à Dossi n'ont jamais fleuri). Le profil en dents de scie des plages 80-100% et 79-40%, caractéristique des plus gros arbres, s'estompe en presque totalité avec les plus petits arbres.

Malgré tout, quelque soit la classe d'arbres considérée, l'émondage tend à uniformiser la réponse des arbres sans que l'on puisse ici préciser la part d'autres facteurs. Ainsi, la saison des pluies, plus ou moins abondante et décalée dans le temps, pourrait être à l'origine de floraisons et de fructifications très irrégulières comme l'ont indiqué les exploitants enquêtés sur le sujet. On peut alors faire le rapprochement entre la pluviométrie déficitaire de 1991 suivie d'une floraison et d'une fructuation relativement bien marquées et celle très abondante et tardive de 1992, suivie des mêmes phénophases plus courtes et de médiocre intensité.

TABEAU 57 : EFFET DE LA CIRCONFERENCE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA ET A DOSSI: ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DES PHENOPHASES D'UNE SAISON A L'AUTRE

1- A Watinoma (tous individus) :

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
FLORAISON :									
1 : 25/7/91 au 15/4/92	26	29	28	90	90	90	42 ³	47 ³	45 ³
2 : 5/10/93 au 15/2/94	22	22	22	51	52	54	68 ³	69 ³	76 ³
FRUCTIFICATION :									
1 : 5/9/91 au 25/4/92	27 ³	19 ³	24 ³	89	90	90	59 ³	63 ³	71 ³

2- A Dossi (individus non émondés)

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)			MOYENNE DES MAXIMA (%)			ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
FLORAISON :									
1 : 10/9/92 au 10/4/93	5 ³	9 ³	12 ³	30 ³	49 ³	52 ³	19 ³	31 ³	40 ³
2 : 30/9/93 au 20/3/94	9 ³	18 ³	21 ³	47 ³	85 ³	85 ³	18 ³	32 ²	36 ³
3 : 10/11/94 au 30/1/95	9 ³	24 ³	29 ³	40 ³	82 ³	83 ³	20 ³	41 ³	55 ³
FRUCTIFICATION :									
1 : 20/10/92 au 10/4/92	7 ³	18 ³	21 ³	25 ³	54 ³	63 ³	21 ³	51 ³	58 ³
2 : 20/10/93 au 20/5/94	4 ³	16 ³	22 ³	17 ³	59 ³	70 ³	13 ³	42 ³	53 ³
3 : 10/12/94 au 10/4/95	10 ³	37 ³	43 ³	44 ³	78 ³	89 ³	27 ³	63 ³	75 ³

C1, C2 et C3 : 50-100, 100-200 et 200-300 cm de circonférence

Analyses et signification statistique :

Moyennes : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyennes des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

¹Significatives

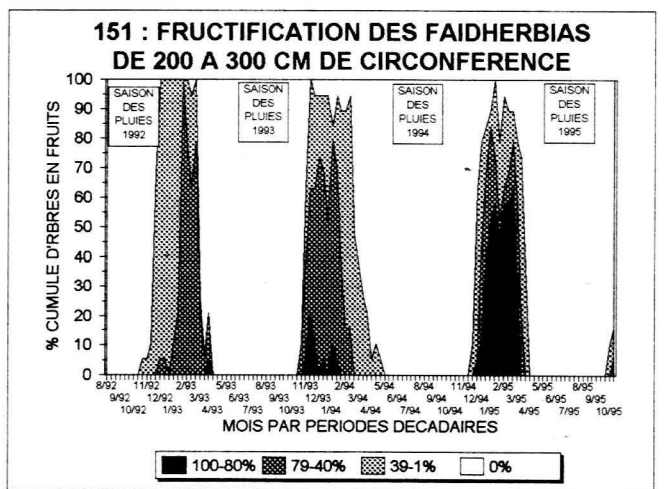
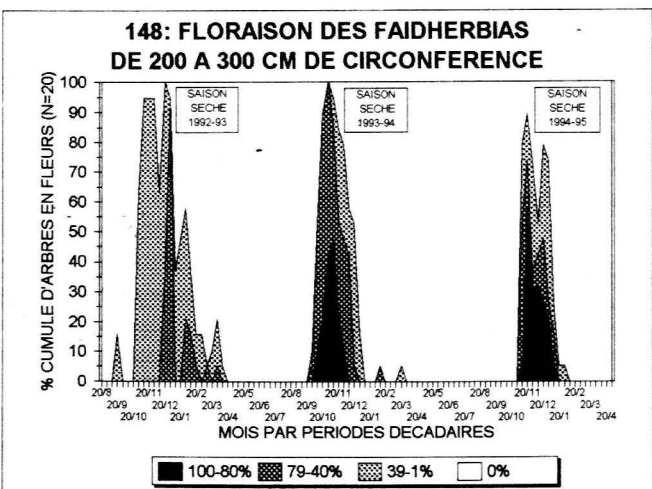
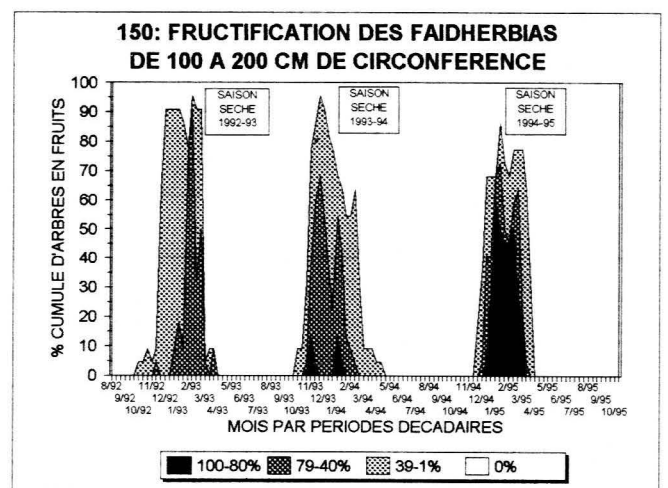
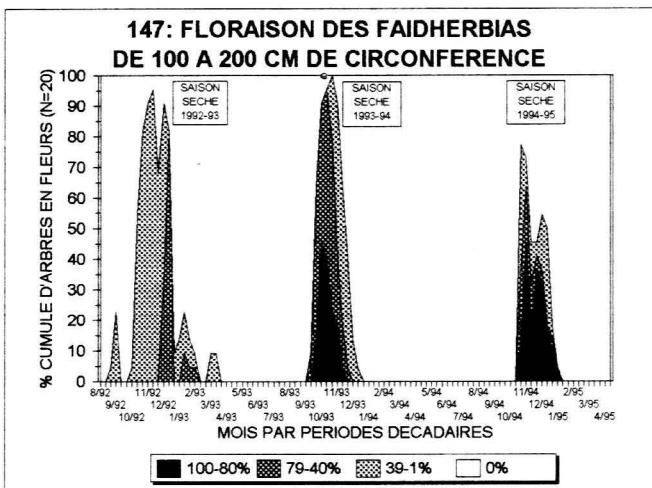
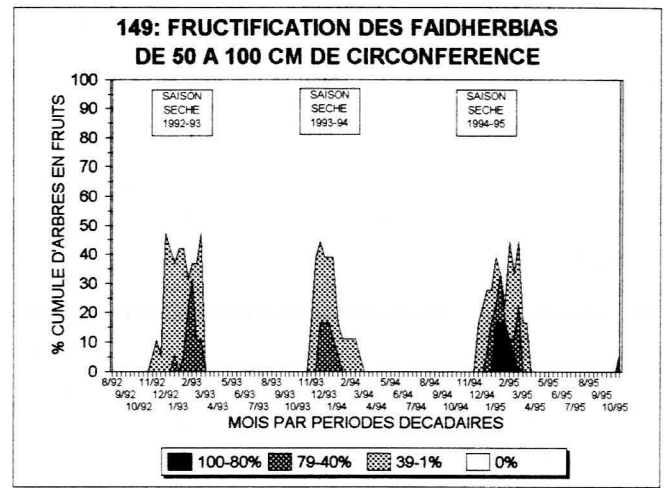
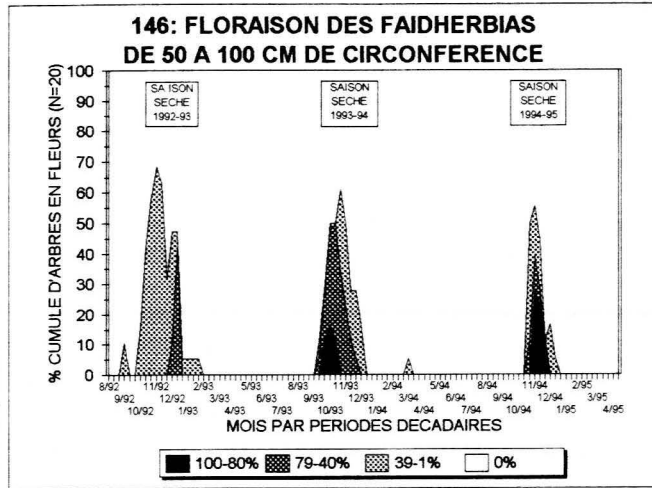
²Hautement significatives

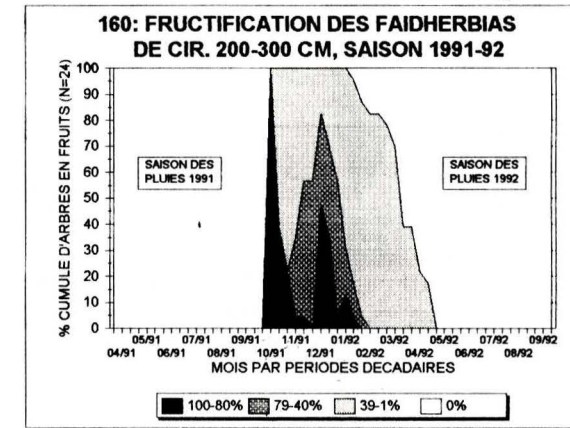
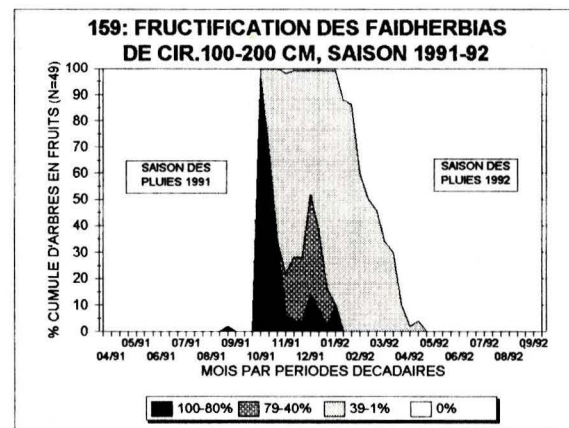
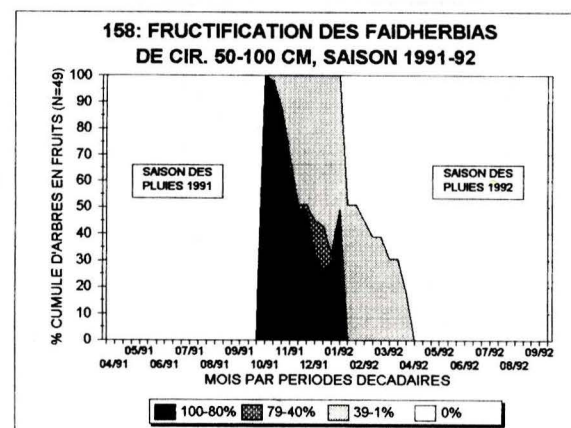
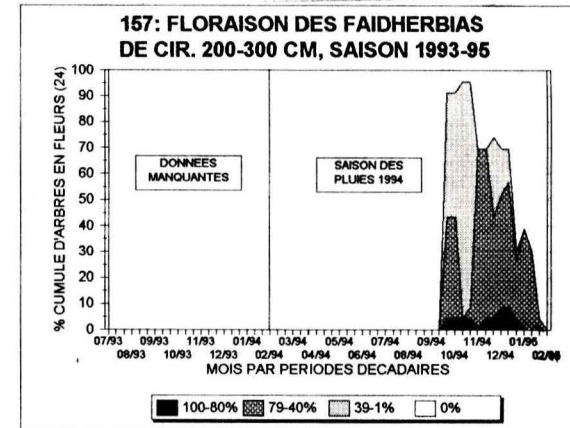
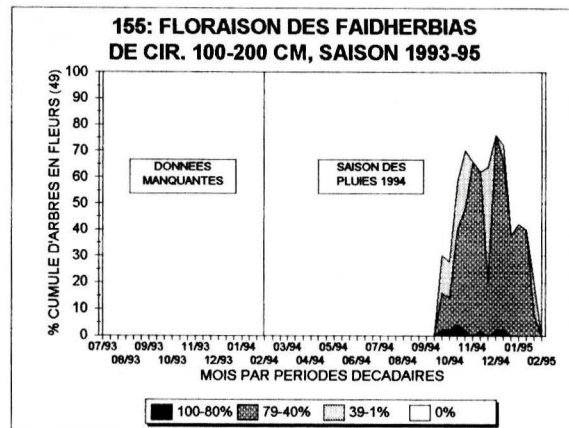
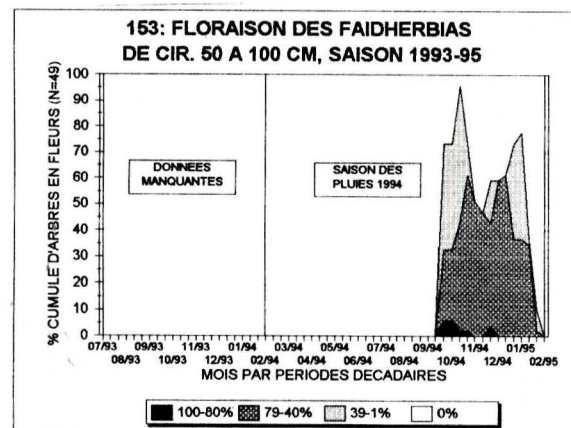
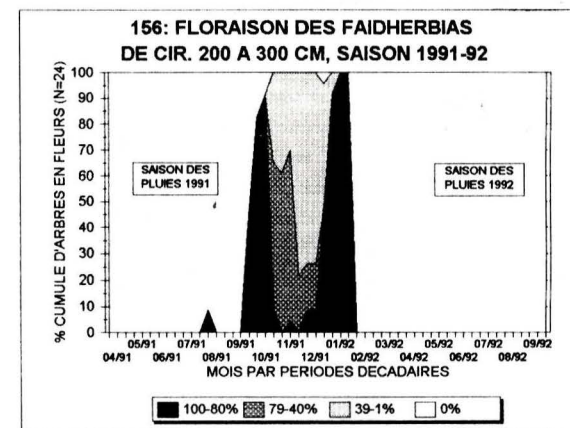
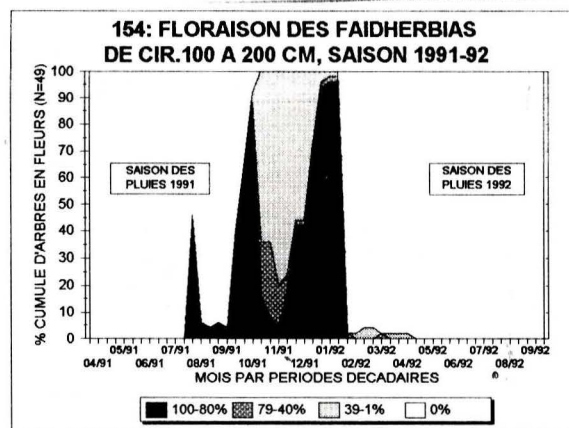
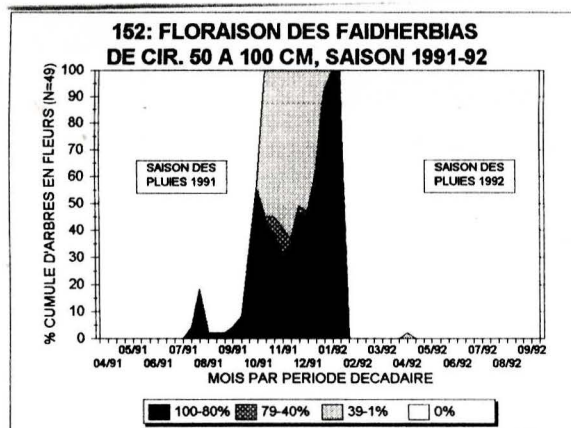
³Très hautement significatives

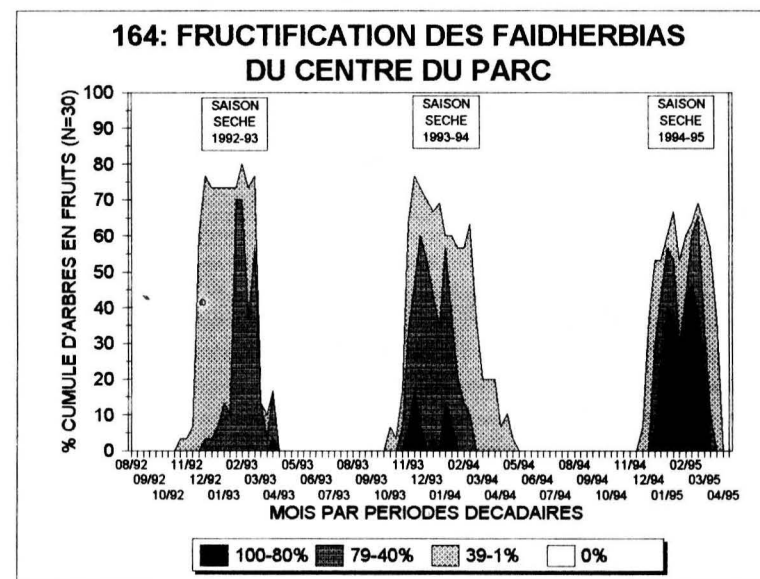
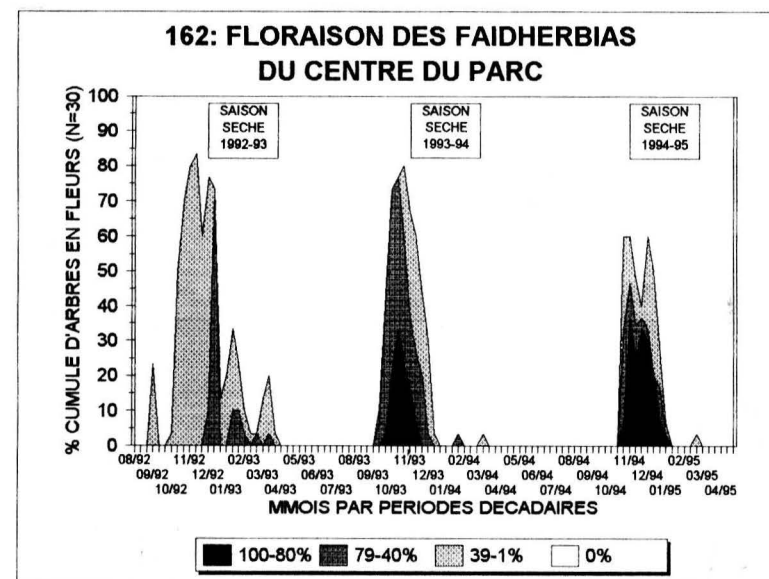
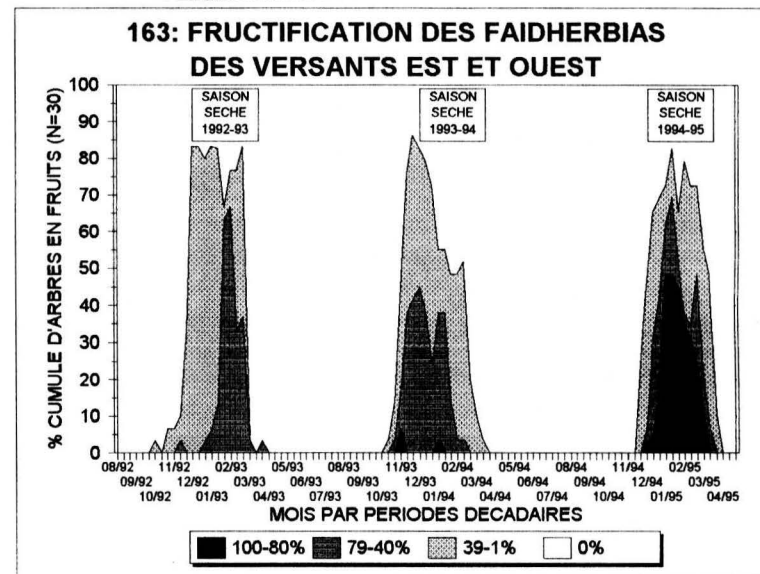
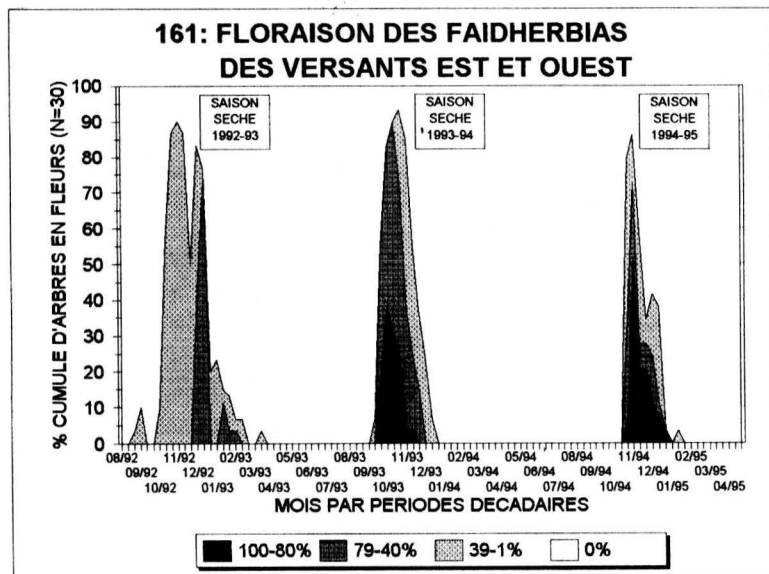
Périodes étudiées :

A Dossi comme à Watinoma, les périodes s'étendent à chaque saison 91/92, 93/94 et 94/95 de l'apparition des premières fleurs ou premiers fruits à la disparition ou chute des dernier(e)s fleurs ou fruits

GRAPHIQUES 146 A 151: EFFET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI







4.3.3. Effet du site

L'effet du site sur la floraison et la fructification est figuré par les **graphiques 161 à 164** pour Dossi et **165 à 170** pour Watinoma. Les analyses comparatives sont restituées au **tableau 58**.

A Dossi où sont comparés les individus des versants est et ouest à ceux, en aval, du centre du parc, la floraison apparaît un peu plus intense sur versants, affectant plus d'arbres sur une période un peu plus étendue mais dans tous les cas les différences ne sont pas significatives.

En phase de fructification, les écarts sont moindres entre les sites avec parfois même une tendance inverse mais toujours non significative : l'intensité est plus forte au centre que sur les versants en 1992-93 comme l'est l'étendue en 1994-95 mais cette dernière est plus importante sur les versants qu'au centre en 1993-94 ; c'est également le cas des valeurs maximales, toujours supérieures sur versants pour la floraison comme pour la fructification.

En fin de compte, floraisons et fructifications démarrent et s'achèvent dans le même temps à une décade près. Les premières précèdent les secondes, quelque soit le site, de 2 à 3 décades. Le décalage le plus important est observé entre saisons affectant pareillement les 2 sites : les premières floraisons apparaissent fin août en 1992, puis en septembre en 1993 et fin octobre en 1994.

A Watinoma, comme pour le facteur dimension de l'arbre, l'effet du site sur la floraison et la fructification de *Faidherbia albida* est assez peu marqué malgré le fort contraste pédologique et hydrique entre les hauts et les bas de versant.

On observe toutefois que la floraison est significativement plus intense sur les hauts de versant pour les 2 périodes étudiées, celle-ci démarrant une à deux décades plus tôt en 1991 et finissant 10 jours plus tard en 1994.

La floraison présente sur les deux sites un profil en dents de scie, caractéristique d'une population d'arbres soumise à émondage. On y retrouve un petit pic de floraison de fin de saison des pluies, sans correspondance les mois suivants avec la fructification.

La fructification n'est pas différenciée entre les 2 sites bien qu'elle paraisse un peu plus abondante sur le graphique correspondant (page 80-100%).

Plus regroupée que ne l'est la floraison, la fructification présente un pic principal centré sur le tout début de la saison (octobre-novembre) sur haut comme sur bas de versant. Elle est un peu plus tardive et profuse sur le site aval.

TABEAU 58 : EFFET DU SITE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA ET A DOSSI : ANALYSE COMPARATIVE DES VALEURS MOYENNES ET MAXIMALES ET DE L'ETENDUE DES PHENOPHASES D'UNE SAISON A L'AUTRE

1- A Watinoma (tous individus)

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)	
	HV	BV	HV	BV	HV	BV
FLORAISON :						
1 : 25/7/91 au 15/4/92	30 ²	26 ²	90	90	45	44
2 : 5/10/93 au 15/2/94	29 ³	17 ³	58 ¹	47 ¹	57 ³	42 ³
FRUCTIFICATION :						
1 : 5/9/91 au 25/4/92	22	24	89	90	59	57

HV et BV : haut de versant et bas de versant et bas-fonds

2- A Dossi (individus non émondés)

PHENOPHASES ET PERIODES ANALYSEES	MOYENNE DE LA PHENOPHASE (%)		MOYENNE DES MAXIMA (%)		ETENDUE DE LA PHENOPHASE (%)	
	VERSANTS	CENTRE	VERSANTS	CENTRE	VERSANTS	CENTRE
FLORAISON :						
1 : 10/9/92 au 10/4/93	9	9	45	43	30	28
2 : 30/9/93 au 20/3/94	17	16	74	72	39	40
3 : 10/11/94 au 30/1/95	20	22	73	66	39	39
FRUCTIFICATION :						
1 : 20/10/92 au 10/4/93	15	16	50	45	44	44
2 : 20/10/93 au 20/5/94	12	17	47	54	59	52
3 : 10/12/94 au 10/4/95	29	29	79	63	35	39

VERSANTS : versants est et ouest encadrant le centre du parc

Analyses et signification statistique :

Moyennes : sur le cumul de la feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Maxima : moyennes des maxima de feuillaison des arbres de chaque traitement (X²)

Etendue : moyenne des fréquences de feuillaison des arbres de chaque traitement (ANOVA)

Différences observées entre traitements pour P = 95 % :

¹Significatives

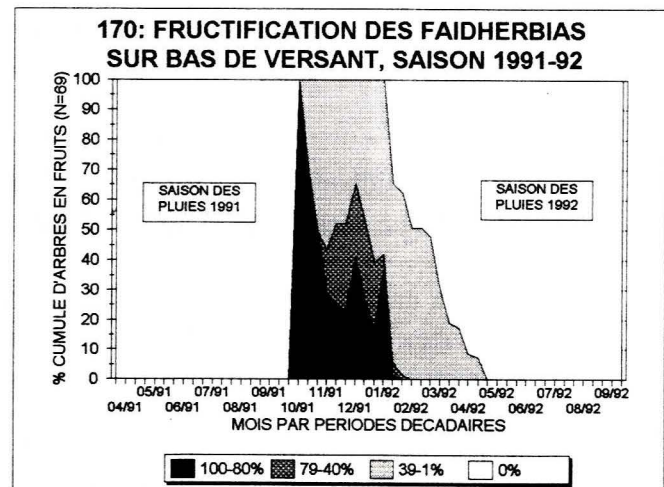
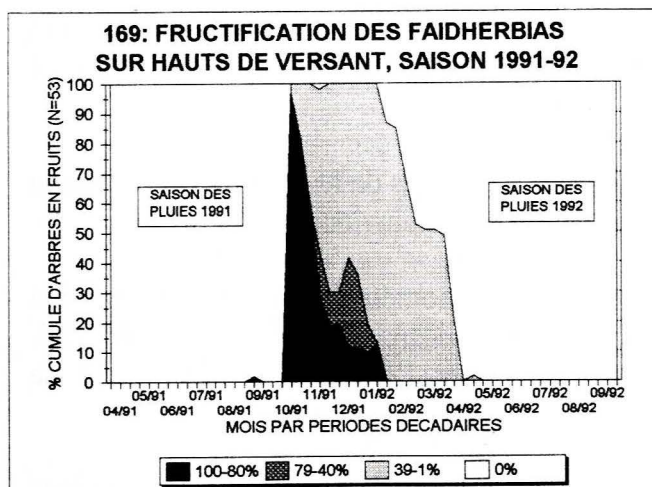
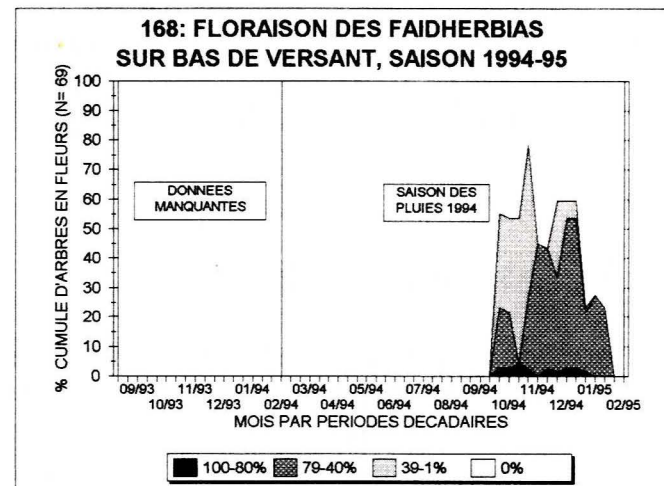
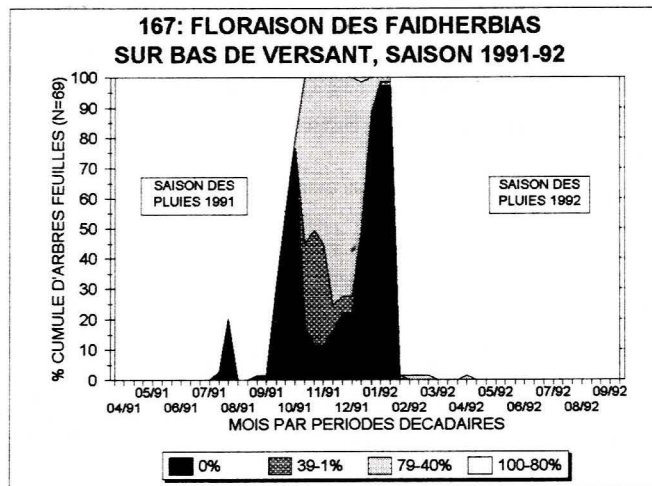
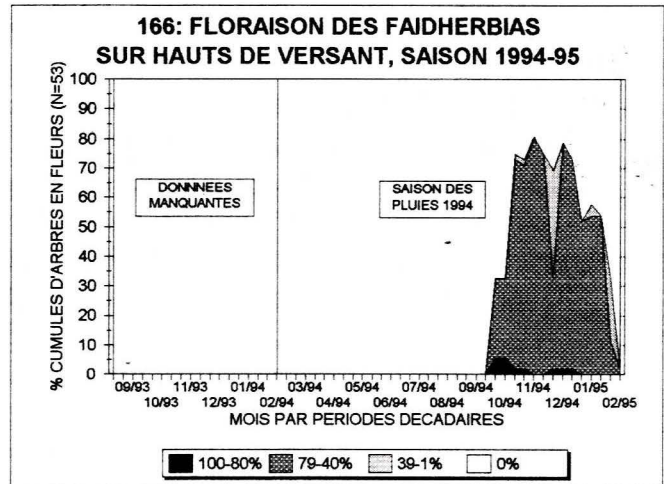
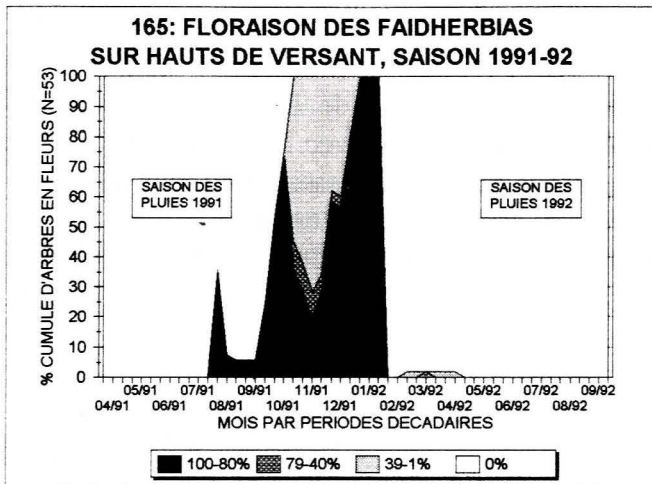
²Hautement significatives

³Très hautement significatives

Périodes étudiées :

A Dossi comme à Watinoma, les périodes s'étendent à chaque saison 91/92, 93/94 et 94/95 de l'apparition des premières fleurs ou premiers fruits à la disparition ou chute des dernièr(e)s fleurs ou fruits

GRAPHIQUES 165 A 170 : EFFET DU SITE SUR LA FLORAISON ET LA FRUCTIFICATION DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA



4.4. SYNCHRONIE DES PHENOPHASES

La comparaison sur un même graphique des phases de feuillaison, floraison et fructification montre les différences suivantes, malgré des séries manquantes sur les 4 ans de suivi phénologiques de Watinoma (cf. graphiques 171 et 172) :

- la relative régularité de la succession des phénophases de Dossi : floraison et fructification qui se chevauchent en partie à chaque saison démarrent avec les dernières pluies, 2 à 3 décades après le début de la feuillaison. Leur amplitude varie assez peu d'une saison à l'autre : 75 à 85 % ont leur floraison centrée sur novembre, les feuilles étant alors épanouies ; la fructification centrée sur janvier-février pour la plupart des arbres s'achève en mars alors que déjà les feuilles vieillissent ;

- le décalage dans le temps et l'irrégularité intersaisonnière entre les phénophases à Watinoma : les floraisons démarrent entre le milieu et la fin de la saison des pluies, soit en même temps que la feuillaison ; la floraison regroupe 100 % de l'effectif dès le début de la saison sèche 1991 mais au plus 70 % en 1994. La fructification qui en 1991 suit immédiatement la floraison -en une même décade- est différée d'un à deux mois en 1994. Dans les deux cas, la floraison est achevée en milieu de saison sèche (février) quand vieillissent les premières feuilles. C'est précisément à cette période là que les derniers fruits mûrissent -la plupart étant déjà tombés- et que les émondages commencent.

4.5. CONCLUSION

La phénologie, par l'ampleur des variations enregistrée entre les phénophases de Dossi et de Watinoma différencie fortement les populations de *faidherbias* des parcs étudiés. Mais les différences dépendent beaucoup plus de l'émondage que de tout autre facteur, notamment des conditions environnementales.

De fait, seul le parc de Dossi qui compte une population d'arbres adultes non émondés fait référence pour interpréter l'effet des autres facteurs étudiés, site et dimension de l'arbre.

Les *faidherbias* non émondés de Dossi présentent des cycles de feuillaison/défeuillaison au périodisme régulier et synchrone avec les saisons sèches et pluvieuses successives.

La corrélation entre la défeuillaison et le cumul pluviométrique de la saison est bien déterminée. Globalement, bien qu'un nombre limité de 3 saisons ait été suivi, la précocité, l'abondance et la durée des pluies paraissent déterminer l'étendue et l'amplitude de périodisme.

Mais un examen détaillé des stades de feuillaison montre d'importantes fluctuations saisonnières où se chevauchent plutôt que ne se succèdent, les premières feuilles, les feuilles épanouies et les vieilles feuilles avec une intensité très variable. L'analyse révèle la succession

des perturbations liées à l'aménagement des arbres (émondage), ou encore celles d'ordre sanitaire (défoliation par les chenilles) ou accidentel (feu).

A l'inverse, à Watinoma, la feuillaison est très irrégulière constituée de pics et de décalages induits par l'émondage.

Les coupes de fin de saison sèche et les refeuillaisons qui les suivent en saison des pluies remettent "à l'endroit" le rythme phénologique inverse caractéristique à l'espèce au point pour certains arbres d'être feuillés en quasi-continuité d'une saison à l'autre.

Deux conséquences résultent de l'émondage. La première concerne l'arbre dont la croissance est perturbée. A l'échelle du temps et de l'intensité de la feuillaison induite par les coupes de saison sèche, le résultat paraît être un gain de croissance pour les arbres émondés malgré la réduction du houppier et donc de sa surface de photosynthèse et le temps durant lequel les branches coupées ne sont pas fonctionnelles (généralement moins d'une décade). La seconde conséquence concerne les cultures associées qui sont alors ombragées par les repousses de l'arbre. Cet ombrage est cependant léger du fait de la réduction du houppier mais aussi parce que l'élongation des pousses feuillées ne suffit pas en 3 à 4 mois de culture à redensifier totalement le houppier. En début de saison des pluies notamment sur les sites les plus secs il peut même être considéré comme bénéfique aux plantules qui se développent sous l'arbre (réduction de l'ETP, alors très forte, meilleure protection des cultures fréquemment soumises à des périodes prolongées de sécheresse en début de saison des pluies). Les exploitants agricoles interrogés sur la question n'ont en tout cas jamais mentionné d'effet de concurrence sur les cultures dûs à cette refeuillaison.

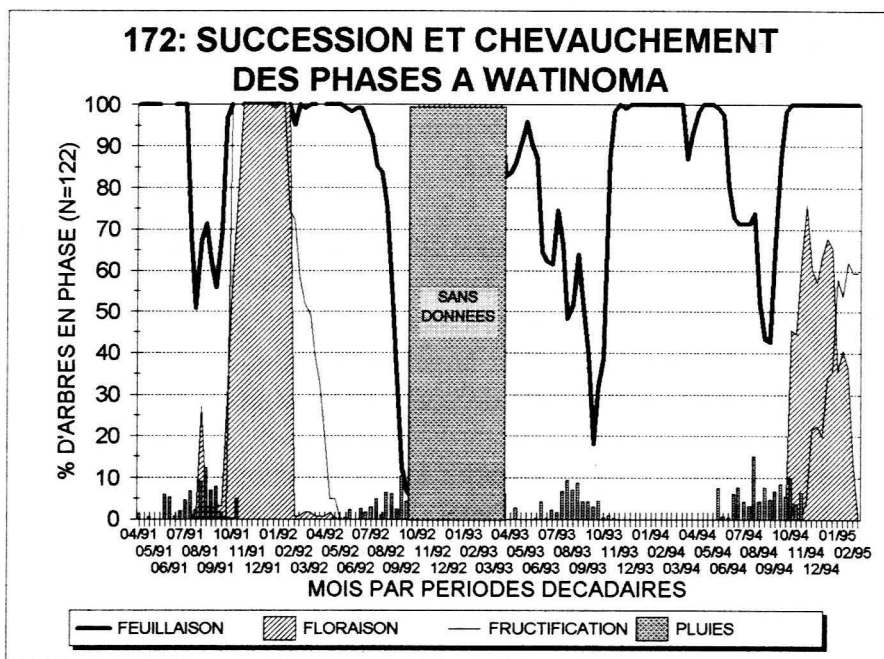
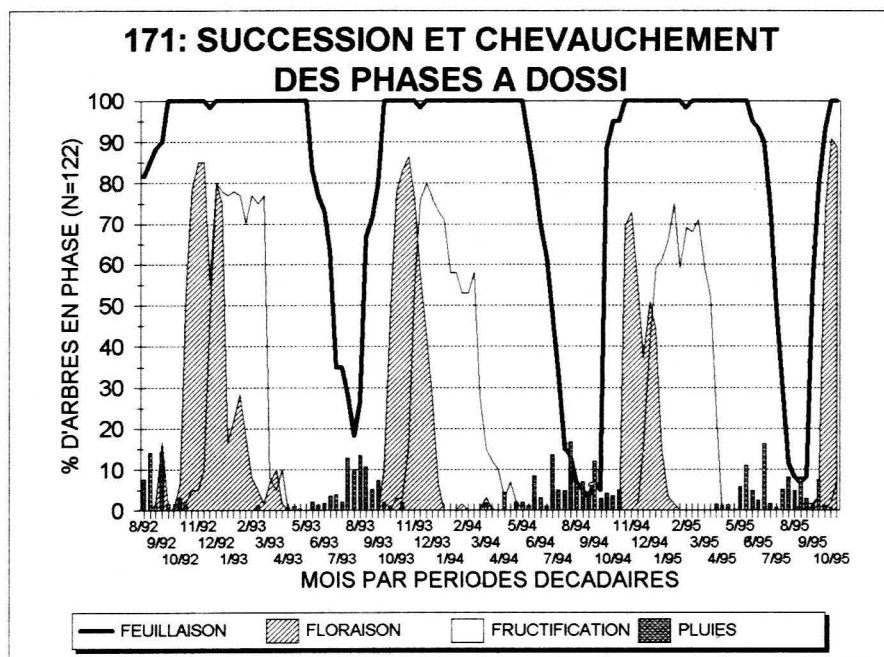
L'intensité de l'émondage fait en outre varier la réponse des arbres. L'émondage total multiplie par deux l'intensité de la feuillaison et améliore de 25 à 50 % sa durée entre la fin de la saison sèche et la fin de la saison des pluies (première phase). En seconde phase, l'arbre se défeuille puis réajuste sa feuillaison au cycle inverse propre à l'espèce, en saison sèche, sans se différencier alors d'un arbre non émondé.

Un émondage plus ou moins intense (moins de 25 % à plus de 75 % du houppier prélevé) induit corrélativement une refeuillaison plus ou moins forte et prolongée de l'arbre. L' aptitude de l'espèce à rejeter vigoureusement de tête et à se refeuiller intensément sous l'effet du régime de coupe le plus fort est largement appliquée par les exploitants pour qui, l'espèce peut ainsi être aménagée durant de nombreuses années sans dépérir.

Mais l'émondage a des effets négatifs sur la floraison et la fructification. Soumis au régime le plus intense (émondage total) à Dossi, l'arbre ne fleurit ni ne fructifie pratiquement plus après deux coupes successives.

La même conclusion peut être tirée à Watinoma où les productions fruitières des arbres traditionnellement émondés sont généralement réduites à néant (cf. **partie V**). Le fait paraît moins facile à déduire à l'analyse de la floraison et de la fructification des arbres suivis à Watinoma car tous ces arbres échantillonnés ont été plus ou moins émondés. La réponse varie assez peu d'un régime à l'autre mais suffisamment pour faire la différence entre un émondage fort et un émondage faible.

GRAPHIQUES 171 ET 172 : COMPARAISON DE LA SYNCHRONIE DES PHENOPHASES DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI ET A WATINOMA



Ces résultats confirment donc les dires des Peuls dont le savoir-faire permet de maîtriser ces effets ou du moins de les limiter car, dans la pratique, la surexploitation actuelle des arbres fait oublier cette connaissance.

Aux effets dominants de l'émondage sur les phénophases de l'espèce, s'ajoutent ceux de la dimension de l'arbre et du site qui n'ont pu être véritablement évalués qu'à Dossi sur l'échantillonnage des faidherbias non émondés.

Plus l'arbre est gros, plus il est feuillé en intensité et dans le temps. Il en va de même pour la floraison et la fructification. Mais pour celles-ci, outre l'effet de la dimension de l'arbre, la maturité sexuelle des individus est à prendre en compte. Du moins ce facteur concerne-t-il la classe des plus jeunes arbres de 50 à 100 cm de circonférence.

Bien que l'émondage occulte la plupart des effets, le facteur circonférence différencie assez bien la feuillaison à Watinoma et, dans une moindre mesure, la floraison et la fructification des arbres. Si l'amélioration n'est pas systématiquement enregistrée à chaque saison, globalement les plus gros arbres sont à Watinoma les plus feuillés, fleuris et en fruits.

Cette différence est sans doute consolidée par l'émondage pour ce qui concerne la feuillaison, par référence aux précédents résultats mentionnés. Et bien évidemment, c'est l'effet inverse qui est enregistré au niveau de la floraison et de la fructification : les plus gros arbres (100-200 et 200-300 cm de circonférence), les plus émondés, fleurissent et fructifient moins que les plus petits arbres sans que la différence soit toujours importante et significative.

L'émondage, qu'il soit fort, modéré ou faible écarte donc les variations liées à la dimension de l'arbre, s'agissant d'émondages assez régulièrement réitérés d'une saison à l'autre bien que la périodicité n'ait pas été spécifiquement étudiée.

L'effet du site est quant à lui peu marqué, à Watinoma et surtout à Dossi, sur l'ensemble des phénophases. L'échantillonnage de Dossi et les conditions environnementales assez peu contrastées du parc et de la zone climatique dans laquelle il s'inscrit contribuent sans doute à réduire des différences. A Watinoma, le constat ne vaut que pour la feuillaison. Les arbres de bas de versant et de bordure de bas-fond sont effectivement plus intensément feuillés et plus durablement feuillés que ceux des sites xériques de l'amont. Ils le sont autant en saison sèche qu'en saison des pluies en période de refeuilaison, ce qui affranchit alors l'effet site du facteur émondage.

De la même façon, le facteur site n'a d'effet significatif sur la floraison et la fructification qu'à Watinoma. Mais les arbres les plus fleuris sont ceux des hauts de versant alors que la fructification est équivalente en intensité et en durée sur les deux sites. On rappellera ici que de l'avis de plusieurs exploitants interrogés, les sites les plus secs portent les faidherbias les plus florifères et fructifères alors les individus des sites les plus humides (bas-fonds) seraient de médiocres producteurs de fruits (ce qui n'est pas le cas de la majeure partie de notre échantillonnage situé en bas de versant, hors inondation). Mais, là encore, l'interprétation est délicate à faire en raison de l'émondage.

Quoiqu'il en soit, la variation tant à Dossi qu'à Watinoma est assez faible même quand l'écart entre sites est significatif. Ceci tend à démontrer la grande plasticité de l'espèce à l'égard des contraintes environnementales, et qu'à partir du moment où les arbres ont accès à l'eau du sol, ils fleurissent et fructifient avec beaucoup de similitude d'un site à l'autre. Par contre, la variabilité individuelle au sein d'un même site est beaucoup plus élevée. Pour des individus non émondés et de même dimension, l'intensité moyenne de la floraison peut ainsi varier du simple au double voire au triple, outre l'irrégularité de la distribution (précocité, durée, discontinuités).

**CINQUIEME PARTIE :
INTERFACES
ARBRES-SOLS-CULTURES-BETAIL
ET FONCTIONNEMENT DES PARCS
A *FAIDHERBIA ALBIDA***

CHAPITRE 1 : IDENTIFICATION, CARTOGRAPHIE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS DES PARCS A FAIDHERBIA

En préalable à l'étude des interactions arbres-sol-cultures, nous avons fait une prospection systématique des sols des parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma.

Cette prospection a conduit à délimiter les principales unités morphopédologiques des parcs et, pour le cas de Dossi, à lever une carte (cf. carte 26).

Sur la base de cette reconnaissance morphopédologique, ont été justifiés les échantillonnages d'inventaires (transects) et ceux d'essais ou de suivis. On a par ailleurs, sur chaque grande unité de sols, fait des descriptions de profils pédologiques sur fosse (5 à Dossi et 10 à Watinoma qui n'a pas fait l'objet d'un levé cartographique).

Nous ne mentionnerons ici que les caractéristiques les plus déterminantes de ces sols dont la distribution a été donnée au chapitre 1 de la partie III (cf. tableau 23) et dont les analyses de laboratoire servent l'étude de l'interface arbre-sol interprétée au chapitre suivant.

1.1. LES SOLS DE DOSSI

Les sols du parc à faidherbia peuvent être regroupés en trois groupes ou associations de sols liés à la topographie :

- les sols bruns eutrophes modaux (BEM) et plus ou moins hydromorphes ou vertiques (BE H/V) de la dépression périphérique (centre) ;
- les sols colluviaux, bruns eutrophes (BEC) et les sols peu évolués d'érosion lithique (PEL) se succédant de l'aval à l'amont du versant ouest ;
- les sols sur cuirasse du versant est, dominés par les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés (FTLI), associés en aval aux sols bruns eutrophes ferruginisés (BEF).

Les sols bruns eutrophes (BE) dominent à plus de 65 % le parc de Dossi. Les sols BE du centre du parc et du bas du versant ouest sont de type modal et, de façon localisée, vertiques ou à hydromorphie plus ou moins généralisée sur l'ensemble du profil. Ce sont des sols profonds à très profonds (plusieurs mètres) et chimiquement riches, étant issus de l'altération du substratum basique (collines birrimiennes).

Les sols BE à hydromorphie généralisée et les sols BE à caractère vertique couvrent moins de 10 % de la superficie du parc. Les premiers bordent les axes de drainage du parc. Les seconds occupent les positions les plus en aval sur de petites dépressions où le drainage est déficient, principalement au nord du parc. Le profil des sols vertiques montre de façon caractéristique des nodules calcaires et des graviers ferro-magnésiens en profondeur. On relève la présence de fentes de retrait dès le premier horizon avec un microrelief gilgaï. Très argileux et collants, ces sols appelés "bwérés" sont durs à travailler. Ils conviennent à la culture du coton et au sorgho.

Bien que moins riches en matière organique, les sols BE à faciès hydromorphique, sont préférés aux sols BE vertiques. Ils sont limono-sableux en surface et deviennent argileux en profondeur, présentant alors des fentes de retrait et les signes d'une perméabilité lente. Ces sols hydromorphes présentent une bonne réserve en eau utile mais, situés dans des zones inondables, ils excluent certaines cultures (légumineuses, mil).

Sur l'ensemble des sols BE, au centre et jusque sur les bas de versant est et ouest, nous avons relevé un enracinement superficiel très étendu de *Faidherbia albida*, subaffleurant ou traçant, au plus à 30-40 cm de profondeur. L'ouverture de fosses pédologiques et l'excavation de systèmes racinaires montrent également un système pivotant qui au niveau supérieur du battement de la nappe phréatique (de 1 à 2 m de profondeur, voire moins), peut émettre un second étage de racines traçantes (cf. figure 16 et photographies 13 à 16).

De part et d'autre du centre, au bas des versants ouest et est, les sols BE se différencient par la topographie (sols devenant moyennement profonds) et la pédogénèse (colluvionnement à l'ouest, ferruginisation à l'est). Sur le versant ouest ce sont des sols BE, colluviaux ou peu évolués d'apport colluvial dont le profil entier présente des débris de roches vertes. Fortement soumis à l'érosion, ils ont été jadis aménagés en terrasses, qui sont aujourd'hui de moins en moins entretenues.

De l'autre côté de la dépression centrale, en bas du versant est, le contact entre la cuirasse ferrugineuse et les sols BE plus ou moins hydromorphes du centre est en partie assuré par une bande de sols bruns ferruginisés à faciès hydromorphe. Ce sont des sols assez profonds, limono-argileux à perméabilité lente. Ils reposent en profondeur sur un horizon fortement concrétionné (cuirasse), le profil contenant lui même de nombreux graviers, ferrugineux. Ces sols BE ferruginisés sont fréquemment affectés par l'érosion en ravine. Ils ne sont cependant pas autant pourvus de gravillons que les sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés qui les précèdent en amont (texture à près de 50 % composée de graviers > 2 mm). La roche-mère est ici constituée de colluvions de cuirasse et la proportion de graviers ferro-magnésiens des sols FTLI augmente en profondeur. Celle-ci ne dépasse pas 60 cm. Ces sols à l'instar de ceux du versant ouest, présentent des traces d'érosion, en nappe et en rigole. L'appauvrissement superficiel en éléments fins est cependant réduit par le terrassement des pentes.

Sur les parties les plus hautes des versants et à l'ouest, au coeur des collines birrimiennes qui abritent le "parc perché", s'étendent des sols d'érosion lithique ou régosolique associés à des lithosols. Ce sont les sols les plus superficiels (quelques dizaines de cm) souvent contenus dans des terrasses très étroites. Ils sont relativement légers et faciles à travailler. Comme les sols FTLI, ils ont une médiocre réserve en eau et une médiocre aptitude agronomique bien que la présence du substrat basique leur confère une assez bonne richesse minérale.

Les sols du parc de Dossi sont reconnus par le paysan bwa à la fois à partir de leur structure, texture et couleur. La correspondance avec leur nom vernaculaire et leur aptitude agronomique est donnée au **tableau 59** ci-dessous.

TABEAU 59 : NOMS LOCAUX ET APTITUDE AGRONOMIQUE DES SOLS DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI

TYPES DE SOLS	NOM BWABA	APTITUDE AGRONOMIQUE
Sols peu évolués d'érosion régosolique	Sonsondéké, Tanou	Peut convenir au mil, sorgho
Sols peu évolués d'érosion lithique	Sonsondéké, Tanou	Difficilement cultivable
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés, peu profonds à superficiels	Hannou	Très marginale pour les cultures
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés, profonds à moyennement profonds	Hannou	Modérée pour les céréales
Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés à tâches et à concrétions	Hannou	Assez bonne pour le mil, le sorgho et le coton
Sols bruns eutrophes peu évolués d'apport colluvial	-	Modérée pour les cultures céréalières
Sols bruns eutrophes ferruginisés	-	Bonne pour le coton et le maïs
Sols bruns eutrophes hydromorphes	Diéhoun	Assez bonne pour le coton, le maïs et le sorgho
Sols bruns eutrophes vertiques	Bwéré	Très bonne pour le coton et le sorgho

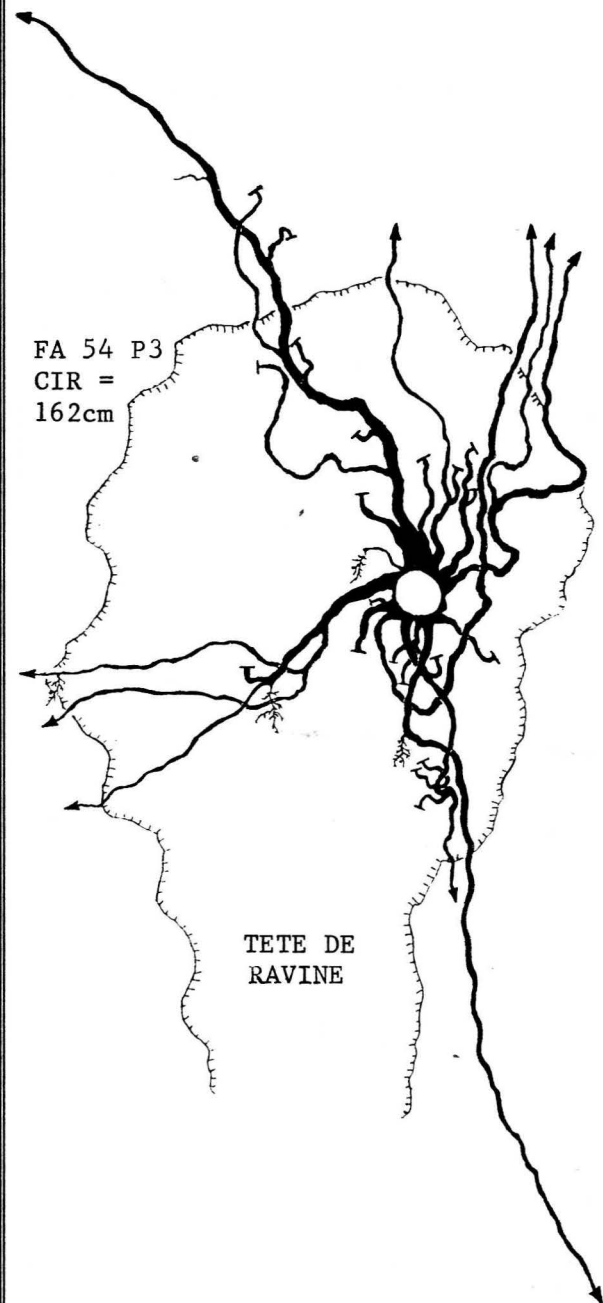
FIGURE 16 : SYSTEMES RACINAIRES DE FAIDHERBIA ALBIDA (VUE RADIALE)

1: A DOSSI (DEPRESSION CENTRALE)



1 M

2: A WATINOMA (BAS-FONDS)



→ RACINE SUPERFICIELLE
└ RACINE PLONGEANTE

1 M

1.2. LES SOLS DE WATINOMA

La séparation entre types ou associations de sols est à Watinoma plus tranchée qu'à Dossi dans la mesure où la toposéquence est discontinue entre les hauts de versant (parcs 1 et 2) et les bas de versant et bas-fonds (parcs 3 et 4). Les premiers qui représentent moins de 20 % de la surface des parcs associent des sols peu évolués d'érosion lithique (PEL) et des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés (FTLI), les plus étendus.

En amont, les sols peu évolués sur matériau gravillonnaire ou peu évolués à faciès ferrugineux jouxtent les lithosols sur cuirasse. Ces sols peu évolués ont une faible aptitude agronomique, la profondeur et la texture constituant des facteurs limitants. Naturellement pauvres en matière organique, ils sont de plus soumis à forte érosion (par ravine ou rigole, notamment en position de talus faisant suite à la cuirasse du plateau).

Leur succèdent des sols FTL indurés ou gravillonnaires, à l'horizon appauvri en éléments fins (argiles). Ce sont des sols superficiels (20 à 40 cm de profondeur), sablo-argileux à sablo-limoneux, généralement déficients en bases (Ca, K, Mg) et disposant d'une médiocre capacité de rétention en eau. Les agriculteurs les cultivent en mil, sorgho et arachide en y faisant des apports importants de matière organique (champs de case).

En aval, se succèdent des sols ferrugineux tropicaux, sablo-limoneux en surface, à taches et concrétions en profondeur plus ou moins hydromorphes (en bas de versant, sur colluvions et matériau argilo-sableux), des sols bruns eutrophes, également marqués par l'hydromorphie de profondeur (plus ou moins soumis à l'inondation temporaire) et des sols hydromorphes, inondables (sur matériau alluvionnaire), généralement à pseudo-gley. Ces sols, limono-argileux en surface, sont profonds. Ils sont chimiquement plus riches que les sols des hauts de versant, notamment en bases, car les surfaces inondables bénéficient de l'altération des roches birrimiennes qui forment un massif en amont du site.

CHAPITRE 2 : INFLUENCE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS

2.1. PRELEVEMENTS ET ANALYSES DE SOLS

2.1.1. Echantillonnage de sols

A Dossi comme à Watinoma, les prélèvements de sols ont été réalisés en saison sèche, à la tarière ou sur fosses pédologiques, celles-ci ayant servi à décrire les profils pédologiques et à caractériser les sols des différents sites d'étude.

Sur chacun des sites et sur les principales unités morphopédologiques des parcs à *faidherbia* de Dossi et de Watinoma, les prélèvements de sol ont été associés à un échantillonnage de *faidherbias* (cf. figure 17).

Les *faidherbias* sous lesquels ou dans le voisinage desquels les sols ont été prélevés, ont été sélectionnés sur les critères suivants :

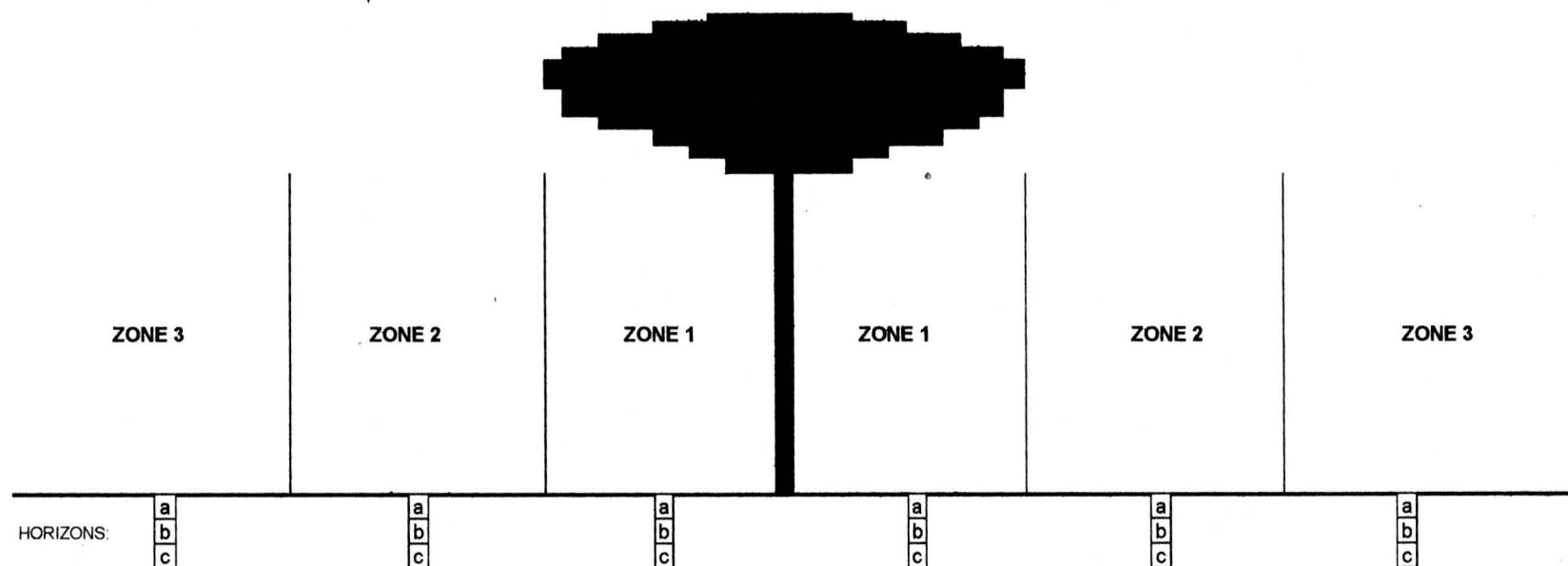
- arbres adultes, représentatifs de la structure des parcs étudiés ; *faidherbias* de circonférence variant de 150 à 300 cm à Dossi et de 100 à 250 cm à Watinoma ;
- individus en bon état sanitaire, présentant une bonne conformité du houppier, à l'architecture équilibrée ;
- individus relativement isolés d'autres arbres, à une distance représentative de celle donnée par la densité moyenne des peuplements. Les groupes de *faidherbias* comme les individus associés à d'autres espèces plus ou moins contiguës ont d'emblée été éliminés ;
- individus relevant d'une seule parcelle (*faidherbias* limitrophes ou proches d'une limite parcellaire exclus).

La microtopographie, les particularismes du terrain, le type et le mode de cultures pratiqués ont également guidé l'échantillonnage.

Les sites de prélèvement ont ainsi été identifiés au sein de zones de parcs régulièrement cultivées (jachères et terres marginales éliminées), en dehors des ravines et mares mais aussi des termitières ou fourmilières rencontrées sur le parcellaire.

Sur la base de ces critères permettant de constituer un échantillonnage aussi homogène et représentatif que possible des sites d'études comparés, on a structuré l'échantillonnage comme suit (cf. tableau 60) :

FIGURE 17: DISPOSITIF DE PRELEVEMENT DE SOLS SUR LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI ET DE WATINOMA



3 ZONES D'ELOIGNEMENT A L'ARBRE = 3 DISTANCES EN EQUIVALENT- RAYON DU HOUPPIER		3 HORIZONS DE SOL PRELEVES PAR ZONE	NOMBRE DE PRELEVEMENTS PAR ZONE ET PAR HORIZON
1: SOUS HOUPPIER	= 0 A 1 R	0-5 CM	8 N-S-E-O
2: EN LIMITE DE HOUPPIER	= 1 A 2 R	5-15 CM	8 N-S-E-O
3: HORS HOUPPIER	= 2 A 3 R	15-35 CM	8 N-S-E-O

TABEAU 60 : ECHANTILLONNAGE DE SOLS REALISE SUR LES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA ET DE DOSSI

PARCS	SITES ET DISTRIBUTION DES PRELEVEMENTS DE SOLS
WATINOMA	<p>1. Hauts de versant : 8 sur sols ferrugineux tropicaux lessivés, indurés et 2 sur sols peu évolués</p> <p>2. Bas de versant Et bas-fonds : 8 sur sols ferrugineux tropicaux ± hydromorphes et 2 sur sols hydromorphes</p>
DOSSI	<p>1. Versants ouest et est : 2 sur sols bruns eutrophes d'apport colluvial et 2 sur sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés</p> <p>2. Centre du parc : 3 sur sols bruns eutrophes modaux à hydromorphie de profondeur</p> <p>3. Centre et nord du parc : 3 sur sols bruns eutrophes vertiques ou à hydromorphie généralisée</p>

Pour chacun des 30 couples faidherbia-sol échantillonnés, on a rassemblé 9 échantillons à partir des 3 zones d'éloignement à l'arbre et des 3 horizons comparés. Chaque échantillon a été constitué à partir de 8 prélèvements extraits autour du tronc de l'arbre dans leur zone et leur horizon dévolus au sein de quadrants définis par les axes cardinaux. Tout échantillon composite -après mélange des prélèvements en un seau- a été tamisé à 2 mm, conditionné en boîte plastique de 250 grammes, numéroté puis analysé par l'UR/FCM du CIRAD-CA¹.

Pour le cas de Watinoma, préalablement à cette série de prélèvements de sols (1992), une première série d'analyses avait été faite en 1990, lors de la reconnaissance des parcs (phase de diagnostic).

40 échantillons avaient alors été prélevés sur une surface ne couvrant initialement qu'une partie des sites des hauts et bas de versant en :

- 2 zones d' éloignement à l'arbre : sous et hors houppier (hors zone limitrophe à celui-ci laquelle fut prise en compte dans les prélèvements ultérieurs) ;

¹Unité de Recherche sur les Facteurs et Conditions du Milieu du Département des Cultures Annuelles du CIRAD/Laboratoire d' agropédologie (Montpellier).

- 2 horizons de sol : 0-20 cm et 20-40 cm (le second horizon n'étant prélevé que sur les parcs de bas de versant et bas-fonds aux sols profonds) ;

Dans chaque zone et pour chaque horizon, 4 prélèvements cardinaux étaient également collectés et mélangés constituant un échantillon composite de sol.

Enfin, en plus des 15 faidherbias associés aux prélèvements, on a échantillonné, sur bas de versant, des sols sous 3 karités (*Butyrospermum paradoxum*). Ces analyses ont permis d'établir des comparaisons sur la composition organique et chimique des sols et de relativiser l'effet de faidherbia sur ces derniers.

2.1.2. Méthodes d'analyse

Tous les sols prélevés ont été tamisés à 2 mm ce qui a permis dans un premier temps de relativiser la part de la fraction graveleuse, de caractériser la texture des sols et d'apprécier la variation de cette fraction en fonction de leur profondeur et de la distance à l'arbre. La fraction tamisée, elle, a fait l'objet des analyses pédologiques. A partir de celle-ci ont été établis des diagrammes texturaux. On a alors comparé les compositions en argiles, limons et sables des différents horizons de sol à différentes distances de l'arbre afin d'évaluer un éventuel effet de l'arbre sur les caractéristiques texturales des sols.

Toutes les analyses chimiques ont été réalisées par le Laboratoire d'Agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)¹.

La matière organique (MO) a été traitée par la méthode de la minéralisation par voie sèche (DUMAS). A partir de la combustion de la MO, les taux de carbone (C) et d'azote (N) sont déterminés via la mesure des teneurs en CO₂ et N₂.

Le phosphore assimilable a été mesuré par la méthode OLSEN-DABIN (1967), méthode connue pour donner la meilleure corrélation entre le phosphore et la réponse d'une culture.

Le complexe absorbant a été évalué par la méthode de REMY et ORSINI (1976, cité par FALLAVIER, 1985) qui fait intervenir le chlorure de cobaltihexammine (Co (NH₃)₆ Cl₃) dans une solution de sols en permettant de saturer le complexe. La Capacité d'Echange Cationique (CEC) est déterminée par la quantité d'ions Co (NH₃)₆⁺⁺⁺ consommée. Outre Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ et Na⁺ qui sont dosés par absorption atomique, les cations acides H⁺ et Al⁺⁺⁺ sont également dosés.

2.1.3. Evaluation de l'humidité du sol

Parallèlement à ces analyses de sol, on a prélevé au cours de la saison des pluies 1992 un échantillonnage de sols sous et hors faidherbia afin d'évaluer l'effet de l'arbre sur la teneur en eau superficielle des sols.

Dans ce but, les prélèvements ont été réalisés à Watinoma, sur le terroir soumis aux plus fortes contraintes climatiques, sur les deux sites aux conditions pédologiques fortement contrastées : en haut de versant, sur sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés, gravillonnaires (parc 1) et en bas de versant, sur sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, sablo-limoneux (parc 4).

A partir d'un échantillonnage de 10 faidherbias adultes par site (C : 100 à 300 cm), établi sur les mêmes critères que ceux retenus pour les analyses pédologiques, les prélèvements ont été réalisés sur les 10 premiers cm de sol, partie la plus exposée au dessèchement et donc particulièrement sensible pour la croissance initiale des cultures.

Les sols ont été extraits sur les 4 directions cardinales, nord, ouest, sud, est et dans 3 zones à des distances successives du tronc de chaque faidherbia sur les 2 sites :

- sous houppier, à mi-distance entre la limite et le tronc de l'arbre ;
- en limite du houppier, à une distance comprise entre 1 et 2 fois le rayon du houppier (sa projection au sol) ;
- en dehors du houppier, à une distance comprise entre 2 et 3 fois le rayon du houppier (soit à 15 à 20 m de l'arbre) ;

Au total, 12 prélèvements ont été associés à chaque arbre et répétés 3 fois au cours de la saison des pluies 1992² :

- à son commencement, début juillet quand les premières pluies s'installent ;
- en son milieu, en août, lorsque les pluies sont fréquentes et abondantes (maximum saisonnier) ;
- en fin de saison, fin septembre, quand les pluies s'espacent et diminuent en abondance.

Chaque passage a été réalisé 24 heures après une pluie utile (> 20 mm), -temps nécessaire à un ressuyage superficiel du sol en cas de forte précipitation pouvant inonder temporairement le site en aval. Les prélèvements ont été déposés dans des boîtes métalliques, de dimension standard, contenant chacune en même volume de sol frais (200 cm^3) et fermées hermétiquement.

²La saison, fortement déficitaire, n'a véritablement débuté qu'en juillet, mai et juin n'ayant reçu que quelques pluies très erratiques (totaux respectifs de 27 et 48 mm).

Les collectes ont toutes été réalisées entre des lignes de semis de sorgho (soit au plus près à 20 cm d'un poquet) sur des emplacements à la fois aussi homogènes que possible et représentatifs des surfaces cultivées (hors micro-dépressions, plages nues ou enherbées, notamment).

Les sols en boîtes numérotées ont été transportées dans la journée de Watinoma à Ouagadougou pour y être systématiquement pesés avant d'être passés à l'étuve durant 3 jours à 90° C.

Au sortir de l'étuve, les sols alors secs ont à nouveau été pesés. La variation de l'humidité pondérale³ enregistrée sur chaque échantillon a permis de comparer les teneurs relatives en eau des sols en fonction de l'arbre, d'une part, et de la période de prélèvement, d'autre part.

2.2. VARIATIONS TEXTURALES ET HYDRIQUES DES SOLS SOUS PARC A FAIDHERBIA

2.2.1. Influence de faidherbia sur la teneur en éléments fins du sol

En premier lieu, on peut noter dans le **tableau 61** la part respective de la fraction granulométrique < 2 mm des sols échantillonnés et l'importance des variations à Watinoma. Sur ce terroir, la variation de la teneur en éléments fins (< 2 mm) différencie clairement les sols : à 50 % gravillonnaires sur hauts de versant, à 100 % argilo-limoneux ou limono-sableux sur bas-fonds et bas de versant. A Dossi, la nature texturale des sols est intermédiaire contenant plus ou moins d'éléments grossiers (> 2 mm) selon le site : 10 à 15 % sur les sols hydromorphes ou vertiques, 20 à 30 % sur les sols bruns eutrophes qui s'étendent entre les bas de versant et les dépressions inondables, 40 à 50 % sur les moyens versants, colluviaux à l'ouest et gravillonnaires à l'est.

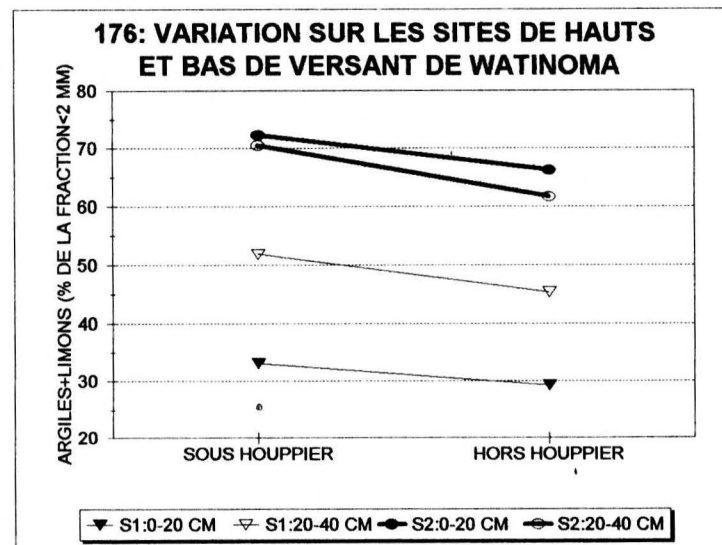
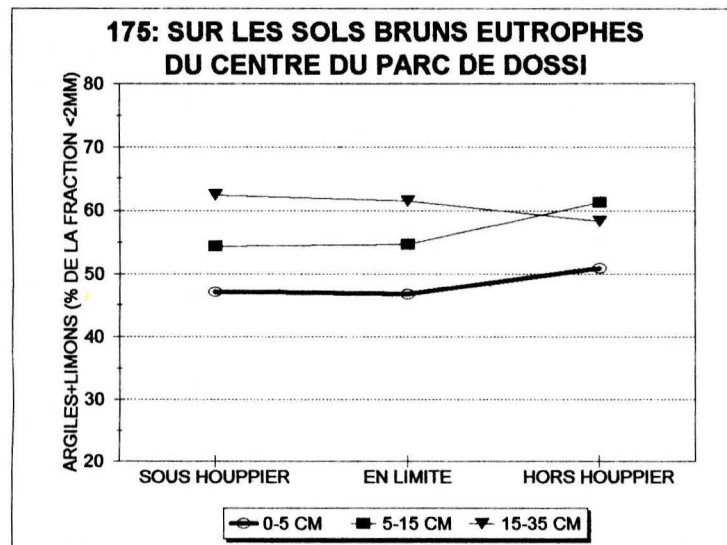
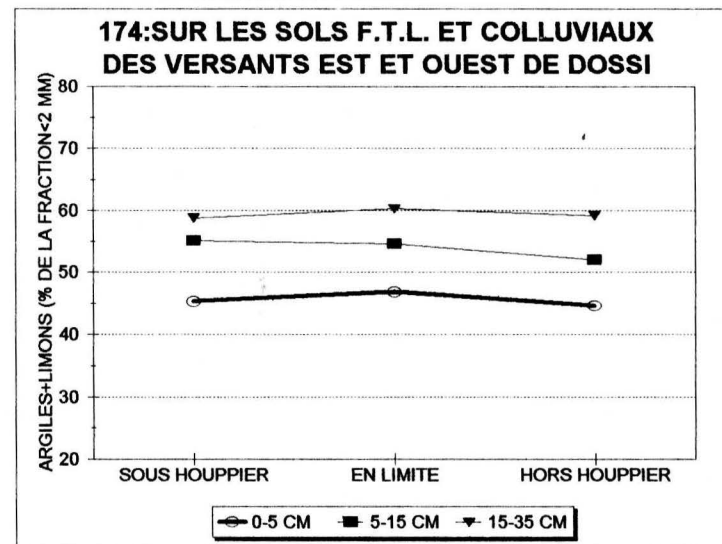
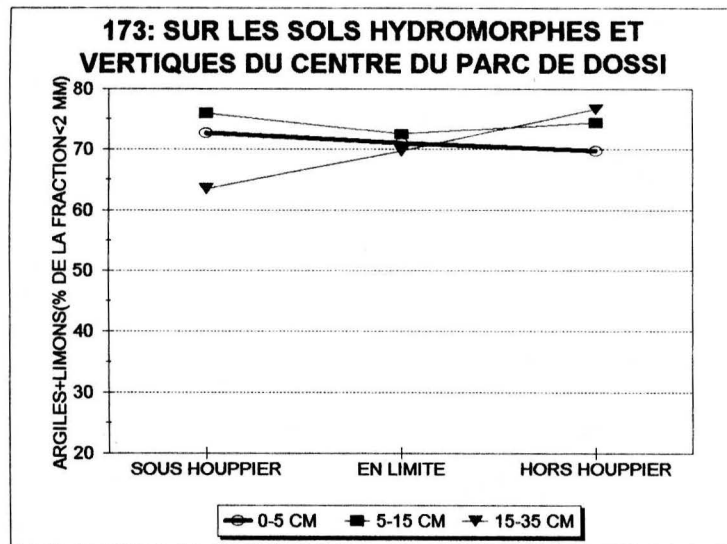
En ce qui concerne la variation des fractions les plus fines -argiles et limons- en fonction de l'éloignement à l'arbre, aucune différence significative ne ressort de l'analyse à Dossi comme à Watinoma, quelque soit la profondeur du sol (cf. **graphiques 173 à 176**).

Toutefois, pour les sols de Watinoma, au niveau de l'horizon le plus superficiel du sol, on observe un gradient des teneurs en éléments fins. Ce gradient décroît progressivement du houppier de l'arbre jusqu'à 15-20 m de celui-ci. C'est ce qu'illustre le **graphique 176** construit sur les moyennes données en **annexe 34**. Sur chaque site, la tendance a été enregistrée pour trois arbres sur quatre. Elle est également observable au niveau de l'horizon sous-jacent, 20-40 cm.

Bien que la variation soit relativement faible (5 à 10 %), elle affecte pareillement les sols des deux sites et l'ensemble de leur profil.

³ $\Delta = \frac{\text{HP frais} - \text{HP sec}}{\text{HP frais}}$, en %

GRAPHIQUES 173 A 176: VARIATION DE LA FRACTION GRANULOMETRIQUE FINE DES SOLS (ARGILES ET LIMONS) SUR LES PARCS A FAIDHERBIA DE DOSSI ET DE WATINOMA EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE LA POSITION PAR RAPPORT AU HOUPPIER DE L'ARBRE



TABEAU 61 : CARACTERISTIQUES TEXTURALES DES SOLS DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA : DIFFERENCES OBSERVEES ENTRE DOSSI ET WATINOMA EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

SITE	HORI- ZONS	DISTRIBUTION DE LA FRACTION GRANULOMETRIQUE <2MM (%)															PART DE LA FRACTION < 2MM DANS LE TOTAL GRANULOMETRIQUE DES SOLS(3)
		SOUS HOUPPIER					EN LIMITE					HORS HOUPPIER					
		ARG	LIF	ILG	SAF	SAG	ARG	LIF	LIG	SAF	SAG	ARG	LIF	LIG	SAF	SAG	
PARC DE DOSSI (1)	0-5 cm	23	18	14	19	26	24	17	13	17	29	24	17	13	19	27	70.3
	5-15 cm	29	19	13	15	24	30	18	12	15	25	31	20	13	15	22	73.1
	15-35 cm	35	17	10	11	27	36	18	10	11	25	36	18	10	13	23	66.7
WATINOMA : HAUTS DE VERSANT(2)	0-20 cm	15	9	9	26	41	Non mesuré					13	9	7	25	45	48.7
	20-40 cm	24	24	24	26	2	Non mesuré					22	24	20	31	3	49.8
WATINOMA : BAS DE VERSANT (2)	0-20 cm	37	9	6	17	31	Non mesuré					32	8	6	17	37	100
	20-40 cm	30	21	20	27	2	Non mesuré					28	17	17	33	5	100

(1) Echantillonnage 1992 constitué de 90 prélèvements (10 arbres X 3 horizons X 3 distances à l'arbre)

(2) Echantillonnage 1990 constitué de 48 prélèvements (12 arbres X 2 distances à l'arbre X 2 horizons)

(3) Fraction <2 mm/fraction <2mm + fraction > 2 mm, en % (valeurs moyennes, toutes distances à l'arbre confondues)

ARG = Argiles

LIF = Limons fins

LIG = Limons grossiers

SAF = Sables fins

SAG = Sables grossiers

Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

On peut expliquer cet enrichissement superficiel du sol en éléments fins par l'effet brise-vent qu'exerce l'arbre. Il est également possible que l'érosion éolienne s'exerce différemment à l'abri du houppier. Enfin, l'enrichissement en matière organique sous l'arbre favorise vraisemblablement la formation d'agrégats argilo-humiques plus importants et par conséquent améliore la teneur en éléments fins (KAMARA et HAQUE, 1992).

A Dossi, au niveau des deux premiers horizons (0-5 cm et 5-15 cm), les différences liées à la présence du houppier sont très peu marquées : 2 à 3 % en moyenne entre les positions "sous" et "hors houppier". De plus, la teneur la plus élevée en éléments fins n'est pas toujours observée sous le houppier des *faidherbias* (cas des sols bruns eutrophes). Quant à l'horizon le plus profond (15-35 cm), il peut présenter un gradient inverse à celui observé en surface. De fait, pour le cas de Dossi, il n'est guère possible d'interpréter l'ensemble de ces variations, parfois contradictoires.

A Watinoma, par référence à des résultats obtenus dans des conditions environnementales similaires (au Sénégal par CHARREAU et VIDAL, 1965), on peut avancer que *faidherbia* exerce un effet sensiblement améliorateur sur la fraction fine du sol. Comme le font remarquer ces auteurs, cette augmentation de la teneur sous l'arbre (de 5,75 à 8,5 %) peut avoir des répercussions sur les propriétés des sols et sur les rendements.

On peut faire l'hypothèse que la charge en particules fines captées par les arbres en période d'Harmattan⁴ à Watinoma induit des différences texturales sous et hors houppier. Une différence comparable à d'ailleurs été relevée sous les trois karités (*Butyrospermum paradoxum*) pris en compte dans l'évaluation comparative des sols.

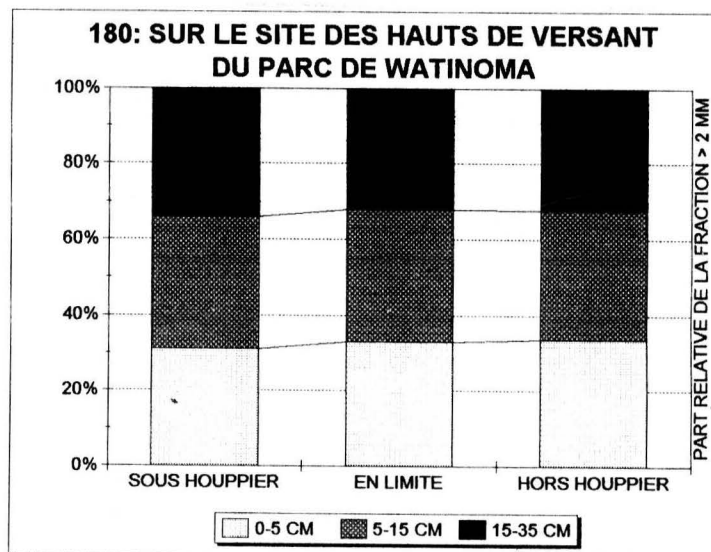
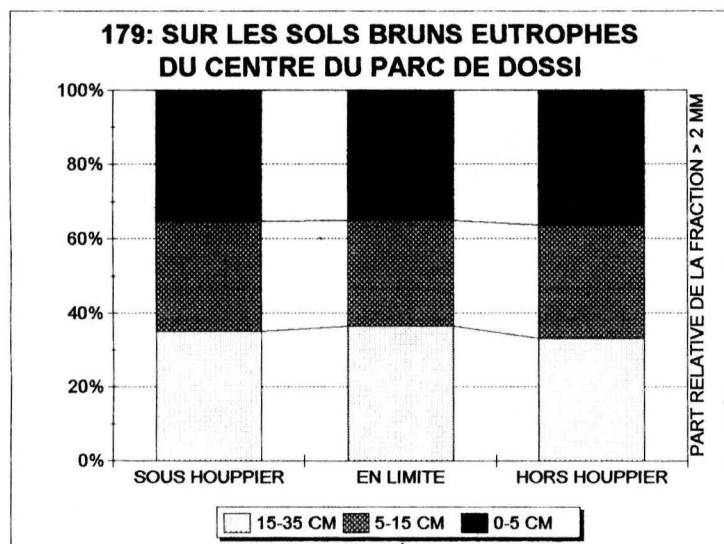
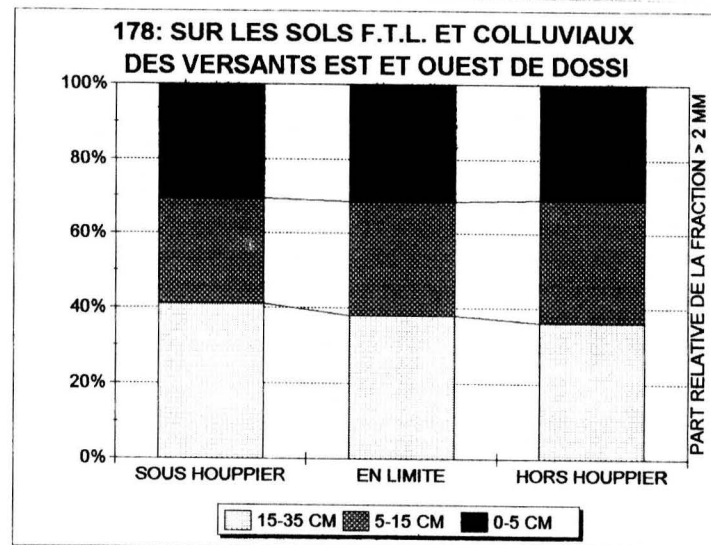
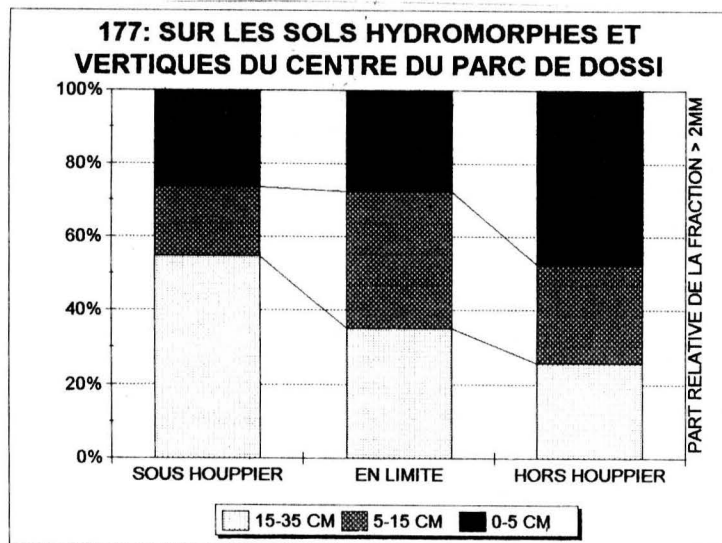
Finalement, on peut se demander si le caractère sahélien de Watinoma associé à la forte dispersion des *faidherbias* (effet arbre dominant) ne fait pas ici la différence avec Dossi. Son climat plus humide, sa moindre vulnérabilité à l'érosion éolienne et son peuplement plus dense et homogène sont des facteurs susceptibles de réduire les différences (effet parc dominant).

2.2.2. Variation de la teneur en éléments grossiers des sols

Les graphiques 177 à 180 et l'annexe 35 montrent qu'à Watinoma comme à Dossi, la variation relative de la fraction granulométrique > 2 mm (gravillons et graviers) est très faible, quelque soit la distance à l'arbre et l'horizon considéré, à l'exception des sols à caractère vertique du centre du parc de Dossi. Sur ces sols, la teneur en éléments grossiers entre les zones sous houppier et hors houppier varie d'un facteur 1 à 2 au niveau de l'horizon 0-5 cm sans que cette différence soit statistiquement significative (moyenne sur 3 échantillons).

⁴ Vent de direction NE soufflant régulièrement en saison sèche

GRAPHIQUES 177 A 180: VARIATION DE LA FRACTION GRANULOMETRIQUE GROSSEIERE DES SOLS (FRACTION > 2 MM) SUR LES PARCS A FAIDHERBIA DE DOSSI ET DE WATINOMA EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE LA POSITION PAR RAPPORT AU HOUPPIER DE L'ARBRE



On peut rapporter cette différence à celle précédemment observée pour la fraction la plus fine des sols (< 2 mm) : l'enrichissement en éléments fins de l'horizon superficiel sous houppier des arbres relativise d'autant la part de la fraction grossière. De plus, l'enrichissement en matière organique sous houppier –relativement plus important sur ces sols que sur les autres sites (cf. paragraphe 2-3)– contribue vraisemblablement à la différence observée.

2.2.3. Variation de la teneur en eau des sols

La variation de la quantité d' eau contenue dans les échantillons de l'horizon superficiel des sols de Watinoma est caractérisée par des différences significatives en début et en fin de saison des pluies sur le site des hauts de versant (cf. **tableau 62**)

Ces différences montrent qu'il existe un effet améliorateur de l'arbre sur le taux d'humidité du sol. Cet effet s'étend à la limite du houppier et paraît particulièrement marqué en début de saison (effet très hautement significatif, avec une augmentation d'environ 50 %). Le sol qui à cette période n'a reçu que quelques pluies -très dispersées- est médiocrement humecté. Les semis ne le couvrent d'ailleurs pas et la température comme l'évapotranspiration sont encore très élevées.

Les faidherbias de Watinoma sont à cette époque pour la plupart feuillés du fait des émondages de fin de saison sèche qui engendrent une refeuillaison. Le fait a été vérifié sur tous les arbres échantillonnés mais cette refeuillaison est peu dense.

Au milieu de la saison des pluies, les différences s'estompent. Les précipitations sont alors régulières et abondantes ; l'humidité relative moyenne de l'air est d'ailleurs maximale alors que l'évapotranspiration est minimale. Le sol est entièrement couvert par les cultures. La plupart des faidherbias sont totalement défeuillés, n'exerçant qu'un très faible ombrage sur les cultures sous-jacentes ainsi qu'une très faible interception de la pluie. On peut en conséquence, considérer que les conditions climatiques au niveau de l'interface sol-cultures sont très proches sous et hors houppier des faidherbias.

En fin de saison des pluies, alors que celles-ci s'espacent et que la température et l'évapotranspiration augmentent à nouveau, les arbres se refeuillent couvrant assez rapidement le sol. Les différences redeviennent significatives entre les teneurs enregistrées sous houppier, d'une part, et celles en limite et hors du houppier, d'autre part (augmentation de 30 %). Les écarts sont toutefois moins marqués qu'en début de saison des pluies.

Sur le site le mieux alimenté en eau des bas de versant et bas-fonds, les variations sont beaucoup plus pondérées qu'en aval. Aucune différence significative n'apparaît au cours de la saison bien que la tendance révèle le même gradient décroissant de l'humidité du sol, de l'arbre vers l'extérieur. Nous rappelons ici que l'une des différences fondamentales avec les hauts de versant, xériques, réside dans le fait que les premières pluies suffisent à créer une inondation temporaire en aval et, de fait, à saturer rapidement en eau le profil des sols, l'inondation pouvant perdurer plusieurs jours sur les terres bordant l'axe des bas-fonds.

TABLEAU 62 : VARIATION DE L'HUMIDITE PONDERALE DE L'HORIZON SUPERFICIEL DU SOL (0-10 CM) A DIFFERENTES DISTANCES DE L'ARBRE AU COURS DE LA SAISON DES PLUIES SUR LES SITES DE WATINOMA (MOYENNE DES VARIATIONS EN %)

DISTANCES A L'ARBRE (N=10 arbres/site)	SITE 1 : HAUTS DE VERSANT				SITE 2 : BAS DE VERSANT			
	Début de saison ⁽³⁾	Milieu de saison ⁽⁴⁾	Fin de saison ⁽⁵⁾	Moy. saison	Début de saison ⁽³⁾	Milieu de saison ⁽⁴⁾	Fin de saison ⁽⁵⁾	Moy. saison
1 : SOUS HOUPPIER	7,9 ± 1,8 THS (a)	4,6 ± 2 NS	5,3 ± 3,7 S (a)	6 ± 3 S (a)	14 ± 5 NS	13,6 ± 4,6 NS	11,2 ± 4,7 NS	12,9 ± 4,9 NS
2 : LIMITE DE HOUPPIER ⁽¹⁾	7,3 ± 1,7 THS (a)	4,2 ± 1,7 NS	3,8 ± 2,2 S (b)	5,1 ± 2,5 S (b)	12,4 ± 3,2 NS	12,4 ± 4,1 NS	11,9 ± 3,1 NS	12,2 ± 3,5 NS
3 : HORS HOUPPIER ⁽²⁾	5,2 ± 1,3 THS (b)	4,2 ± 2,3 NS	4,1 ± 2,4 S (b)	4,5 ± 2,1 S (c)	12,2 ± 3,8 NS	12,3 ± 3,5 NS	10,4 ± 4 NS	11,6 ± 3,9 NS

(1) : A une distance égale à 1 à 2 fois le rayon du houppier des arbres

(2) : A une distance égale à 2 à 3 fois le rayon du houppier des arbres

(3) : Début juillet, en début de saison des pluies

(4) : Mi-août, en pleine saison des pluies

(5) : Fin septembre, en fin de saison des pluies

THS : Différence très hautement significative entre les distances à l'arbre pour la période considérée du site 1

(1=2>3 ; ANOVA avec un risque $\alpha = 5\%$)

S : Différence significative entre les distances à l'arbre pour la période considérée du site 1 (1>2=3 ; ANOVA avec un risque $\alpha = 5\%$)

NS : Non significatif, entre les distances à l'arbre, pour chaque période analysée par site

(± x) : Ecart-type à la moyenne

Il paraît donc logique d'observer de faibles écarts entre les zones sous et hors houppier sur le site le mieux alimenté en eau.

Les résultats acquis sur le site des hauts de versant recoupent ceux de CHARREAU et VIDAL (1965) qui enregistrent des différences très hautement significatives en fin de saison des pluies pour la variable "humidité au champ" entre les zones "sous" et "hors houppier" (prélèvements concernant également les 10 premiers cm de sol et écarts variant dans de mêmes proportions).

Pour ces auteurs, à l'augmentation de l'humidité équivalente de l'eau du sol correspondrait une augmentation corrélative de l'eau utile dans le sol. L'effet serait lié à une baisse de l'évapotranspiration potentielle sous l'arbre. Par conséquent, l'alimentation hydrique des cultures est vraisemblablement mieux assurée au voisinage de l'arbre.

Nos résultats sont également conformes à ceux de DANCETTE et POULAIN (1968) qui dans leur étude de la distribution des pluies et des variations pédoclimatiques sous *faidherbia* apportent des interprétations tout à fait applicables à nos travaux. Les auteurs font une distinction entre les pluies de forte intensité, généralement obliques, et les pluies fines et verticales. Les premières sont à l'origine d'une augmentation de la pluie sous l'arbre (cf figure 18) ; les secondes, en partie interceptées par l'arbre, sont déficitaires sous son houppier. Pour ce dernier cas, il en résulte une humidité du sol plus faible sous l'arbre qu'en dehors. Les trois séries de

mesures faites à Watinoma ont toutes été réalisées après de fortes pluies (> 20 mm). Elles induisent globalement une augmentation de l'humidité du sol plus ou moins marquée sous le houppier du faidherbia.

Quant à l'effet de l'arbre sur l'orientation cardinale, aucune différence significative n'a pu être mise en évidence indiquant qu'une zone (a priori, la zone au vent) était plus humide qu'une autre (zone sous le vent), contrairement au constat fait par DANCETTE et POULAIN (op. cit.). En effet, ceux-ci ont mesuré de plus grandes quantités de pluies sous le houppier de l'arbre et sur sa limite au vent. Nos résultats expriment une forte variabilité d'un site à l'autre et d'une période à l'autre. Le nombre limité de mesures dans le temps et à différentes distances de l'arbre ne permet sans doute pas toutes les interprétations, d'autant plus que d'autres facteurs interviennent dans la distribution des pluies et de l'humidité du sol. Ce sont notamment le ruissellement le long des branches et du tronc et la répartition des écoulements au pied de l'arbre. Pour le cas des faidherbias de Watinoma, on peut cependant observer sur les **graphiques 181 et 182** qu'il existe un effet "moyen" de l'arbre (toutes périodes confondues) qui oppose une zone sous houppier aux teneurs en eau maximales (ouest sur haut de versant, sud sur bas de versant) aux zones en limite et hors houppier, aux teneurs les plus basses.

La variation des courbes correspond au schéma d'interception des pluies par l'arbre proposé par DANCETTE et POULAIN (op.cit.). La zone au vent, sous houppier, reçoit une quantité de pluies majorée (pluies obliques + eau captée par la frondaison), à l'inverse du côté sous le vent, en limite du houppier et, au delà, jusqu'à une distance où l'interception n'est plus opérante.

2.3. EFFET DE L'ARBRE SUR LES CARACTERISTIQUES ORGANIQUES DES SOLS

La matière organique (MO) comme le carbone (C) qui en dépend et l'azote total (N) sont les éléments les plus fortement influencés par *Faidherbia albida* ainsi qu'il ressort des **tableaux 63, et 64**.

A l'échelle globale des parcs, le facteur éloignement à l'arbre induit des différences significatives à hautement significatives pour ces trois éléments. Les différences sont par ailleurs hautement à très hautement significatives en fonction du facteur horizon (sans interaction avec le facteur éloignement).

A l'échelle des sites, bien que les différences ne soient pas toutes significatives -en partie en raison du faible nombre d'échantillons assortis d'assez fortes variabilités-, on observe un gradient décroissant des teneurs moyennes, de l'arbre vers l'extérieur. La zone limitrophe au houppier présente globalement des teneurs moyennes plus proches de celles de l'extérieur que de celles enregistrées sous le houppier des arbres (cf. **graphiques 183 à 188**).

GRAPHIQUES 181 ET 182: VARIATIONS DE L'HUMIDITE DU SOL , SOUS, EN LIMITE ET HORS HOUPPIER DE FAIDHERBIA A WATINOMA EN FONCTION DE L'ORIENTATION CARDINALE

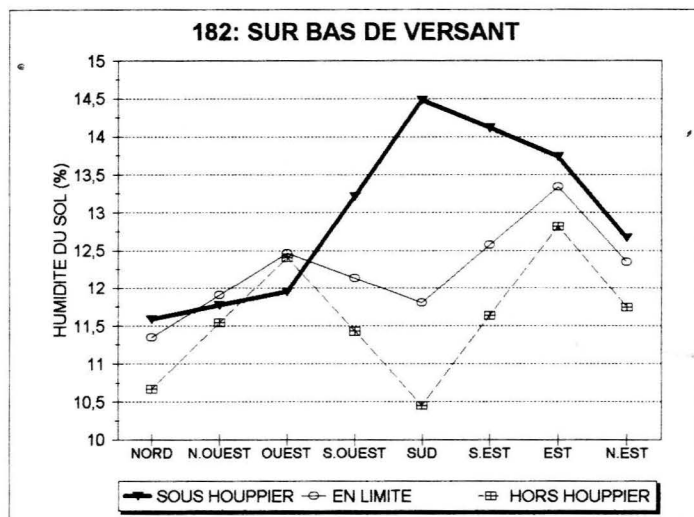
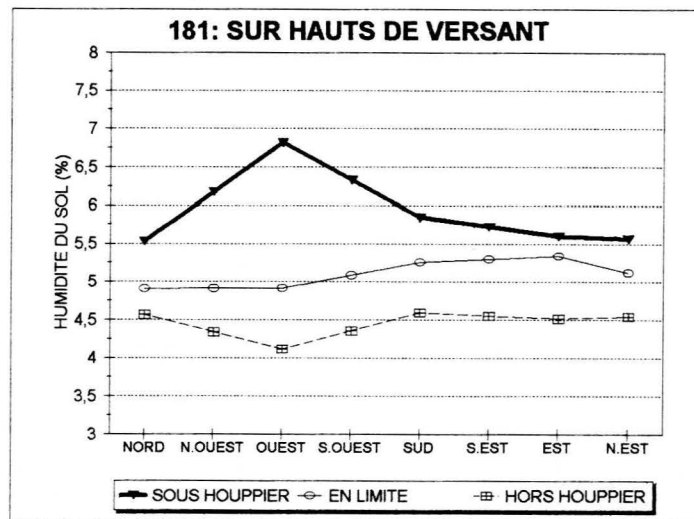
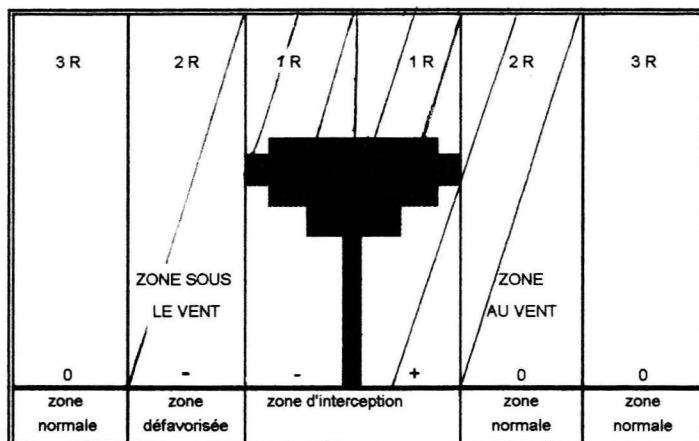


FIGURE 18: DISTRIBUTION DES PLUIES FORTES OBLIQUES SOUS FAIDHERBIA AVEC EFFETS D'INTERCEPTION POUR LES ZONES SOUS ET HORS HOUPPIER (Adapté de DANCETTE ET POULAIN, 1968)



TABEAU 63 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES CARACTERISTIQUES ORGANIQUES DES SOLS DU PARC DE DOSSI : VALEURS MOYENNES DES TAUX DE MATIERE ORGANIQUE, CARBONE ORGANIQUE, AZOTE TOTAL ET C/N COMPAREES SELON LE SITE, LA PROFONDEUR DU SOL ET L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

SITES	HORIZONS	MATIERE ORGANIQUE %			C ORGANIQUE %			N TOTAL %			C/N %		
		HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS
1 : CENTRE (SOLS BE V/H)	0-5 CM	3,68 ±0,9	2,88 ±0,37	2,36 ±0,43	2,14 ±0,5	1,68 ±0,2	1,37 ±0,25	1,69 ±0,36	1,32 ±0,13	1,11 ±0,17	12,64 ±0,63	12,7 ±0,13	12,36 ±0,17
	5-15 CM	2,62 ±0,7	1,94 ±0,24	1,86 ±0,26	1,52 ±0,4	1,13 ±0,14	1,08 ±0,5	1,28 ±0,25	0,94 ±0,13	0,91 ±0,05	11,71 ±0,25	12,06 ±0,13	11,77 ±0,05
	15-35 CM	1,46 ±0,1	1,45 ±0,28	1,55 ±0,14	0,85 ±0,1	0,84 ±0,16	0,90 ±0,1	0,74 ±0,03	0,74 ±0,1	0,75 ±0,05	11,52 ±0,03	11,25 ±0,1	12 ±0,06
2 : CENTRE (SOLS BEM)	0-5 CM	2,39 ±0,32	2 ±0,3	2,36 ±0,52	1,39 ±0,18	1,16 ±0,18	1,37 ±0,3	1,3 ±0,13	1,05 ±0,2	1,23 ±0,22	10,63 ±0,42	11,17 ±0,43	11,13 ±0,6
	5-15 CM	1,92 ±0,25	1,6 ±0,07	1,78 ±0,41	1,11 ±0,14	0,93 ±0,4	0,71 ±0,24	1,05 ±0,14	0,88 ±0,03	0,73 ±0,2	10,64 ±0,1	10,6 ±0,84	9,72 ±0,5
	15-35 CM	1,15 ±0,1	1 ±0,18	1,22 ±0,15	0,67 ±0,06	0,59 ±0,11	1,04 ±0,1	0,72 ±0,14	0,68 ±0,07	0,95 ±0,1	9,57 ±1,17	8,65 ±0,6	10,82 ±0,2
3 : VERSANTS (SOLS BEC FTLI PEL)	0-5 CM	2,87 ±0,5	2,07 ±0,47	1,99 ±0,44	1,67 ±0,3	1,2 ±0,27	1,16 ±0,26	1,33 ±0,26	0,95 ±0,26	0,95 ±0,23	12,6 ±0,37	12,73 ±0,53	12,2 ±0,6
	5-15 CM	2,05 ±0,32	1,75 ±0,28	1,81 ±0,37	1,19 ±0,18	1,02 ±0,16	1,05 ±0,21	0,95 ±0,19	0,84 ±0,16	0,92 ±0,16	12,7 ±0,67	12,2 ±0,62	11,44 ±0,46
	15-35 CM	1,42 ±0,12	1,33 ±0,03	1,46 ±0,3	0,83 ±0,07	0,77 ±0,02	0,85 ±0,18	0,74 ±0,07	0,67 ±0,06	0,76 ±0,22	11,15 ±0,5	11,7 ±1,1	11,4 ±0,96
SITES : 1 + 2 + 3 (PARC)	0-5 CM	2,98 ±0,82	2,32 ±0,56	2,24 ±0,50	1,73 ±0,48	1,35 ±0,32	1,3 ±0,29	1,44 ±0,32	1,11 ±0,25	1,09 ±0,24	11,95 ±1,06	12,2 ±0,86	11,9 ±0,75
	5-15 CM	2,19 ±0,54	1,77 ±0,27	1,82 ±0,35	1,27 ±0,32	1,03 ±0,16	1,06 ±0,2	1,09 ±0,24	0,89 ±0,14	0,93 ±0,15	11,68 ±1,0	11,62 ±0,9	11,34 ±0,82
	15-35 CM	1,34 ±0,17	1,26 ±0,25	1,41 ±0,26	0,78 ±0,1	0,73 ±0,14	0,82 ±0,15	0,73 ±0,1	0,70 ±0,08	0,75 ±0,14	10,75 ±1,22	10,54 ±1,63	11,04 ±1,17

Echantillonnage 1993 : 27 prélèvements retenus par site (3 arbres x 3 zones x 3 horizons) soit un total de 81 prélèvements.
Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

Zones d'éloignement à l'arbre

HOU : le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 et 3 rayons du houppier
indurés

Sols :

BE V/H : Bruns eutrophes vertiques ou
Hydromorphes

BEM : Bruns eutrophes modaux
à hydromorphie de profondeur

BEC : Bruns eutrophes colluviaux

FTLI : Ferrugineux tropicaux lessivés

PEL : Peu évolués d'érosion

TABEAU 64 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES CARACTERISTIQUES ORGANIQUES DES SOLS DES PARCS DE WATINOMA : VALEURS MOYENNES DES TAUX DE MATIERE ORGANIQUE, CARBONE ORGANIQUE, AZOTE TOTAL ET DU C/N COMPAREES SELON LE SITE, LA PROFONDEUR DU SOL ET L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

SITES	HORIZONS	MAT. ORGANIQUE (%)			CARBONE ORGANIQUE (%)			AZOTE TOTAL (‰)			C/N (%)		
		HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS	HOU	LIM	HORS
1 : HAUTS DE VERSANT	0-5 cm	2,45 ± 0,92	1,66 ± 0,68	1,65 ± 0,5	1,43 ± 0,53	0,97 ± 0,39	0,96 ± 0,28	1,55 ± 0,54	1,11 ± 0,41	1,07 ± 0,34	9,1 ± 0,1	8,6 ± 0,1	9 ± 0,2
	5-15 cm	1,53 ± 0,63	1,24 ± 0,45	1,19 ± 0,35	0,89 ± 0,37	0,72 ± 0,26	0,69 ± 0,21	1,04 ± 0,35	0,83 ± 0,22	0,86 ± 0,18	8,4 ± 0,1	8,6 ± 0,1	8 ± 0,1
	15-35 cm	1,10 ± 0	1,03 ± 0,03	0,89 ± 0,18	0,64 ± 0,23	0,66 ± 0,18	0,52 ± 0,11	0,79 ± 0,24	0,72 ± 0,16	0,65 ± 0,07	8 ± 0,1	8,2 ± 0,1	7,9 ± 0,1
2 : BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS	0-5 cm	2,41 ± 0,7	2,25 ± 1	2 ± 0,83	1,40 ± 0,57	1,31 ± 0,40	1,16 ± 0,48	1,59 ± 0,54	1,46 ± 0,43	1,30 ± 0,47	8,7 ± 0,1	8,8 ± 0,1	8,8 ± 0,1
	5-15 cm	1,98 ± 0,67	1,71 ± 0,78	1,74 ± 0,76	1,15 ± 0,39	1,00 ± 0,46	1,01 ± 0,44	1,25 ± 0,34	1,11 ± 0,41	1,12 ± 0,39	9 ± 0,1	8,6 ± 0,1	8,7 ± 0,1
	15-35 cm	1,81 ± 0,68	1,58 ± 0,8	1,62 ± 0,75	1,05 ± 0,39	0,92 ± 0,47	0,94 ± 0,43	1,14 ± 0,33	0,97 ± 0,36	0,98 ± 0,33	9,1 ± 0,1	8,9 ± 0,2	9,1 ± 0,2
SITES 1 + 2	0-5 cm	2,43 ± 0,8	1,96 ± 0,9	1,83 ± 0,7	1,41 ± 0,47	1,14 ± 0,52	1,06 ± 0,4	1,57 ± 0,5	1,29 ± 0,5	1,18 ± 0,42	8,9 ± 0,8	8,7 ± 0,8	8,9 ± 1,2
	5-15 cm	1,76 ± 0,7	1,48 ± 0,68	1,46 ± 0,66	1,02 ± 0,4	0,86 ± 0,4	0,85 ± 0,38	1,15 ± 0,36	0,97 ± 0,36	0,99 ± 0,33	8,7 ± 0,9	8,6 ± 1,0	8,4 ± 1,4
	15-35 cm	1,46 ± 0,66	1,31 ± 0,68	1,25 ± 0,65	0,85 ± 0,08	0,76 ± 0,4	0,73 ± 0,38	0,96 ± 0,34	0,85 ± 0,3	0,82 ± 0,3	8,5 ± 1,4	8,5 ± 1,5	8,5 ± 1,7

Echantillonnage 1992: 90 prélèvements composites par site (10 arbres x 3 zones x 3 horizons)

Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

C/N : % carbone/ % azote

± : Ecart-type

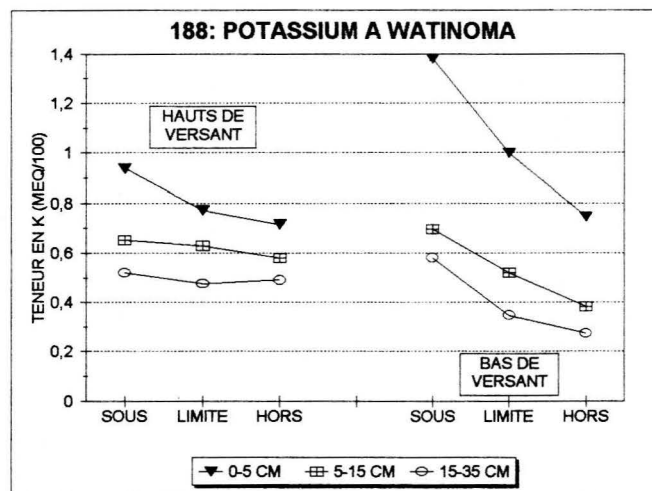
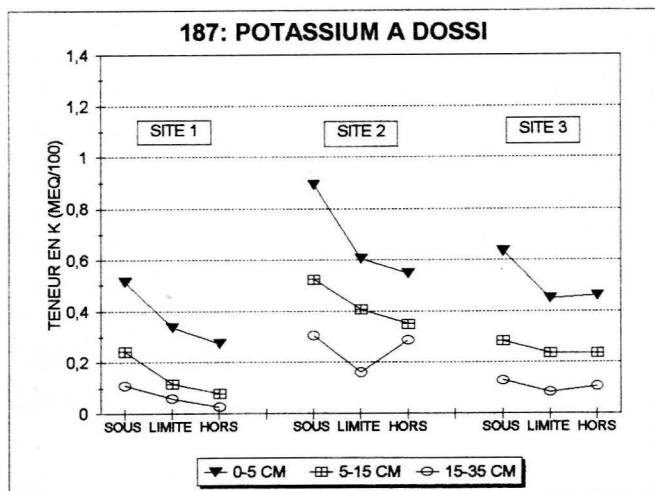
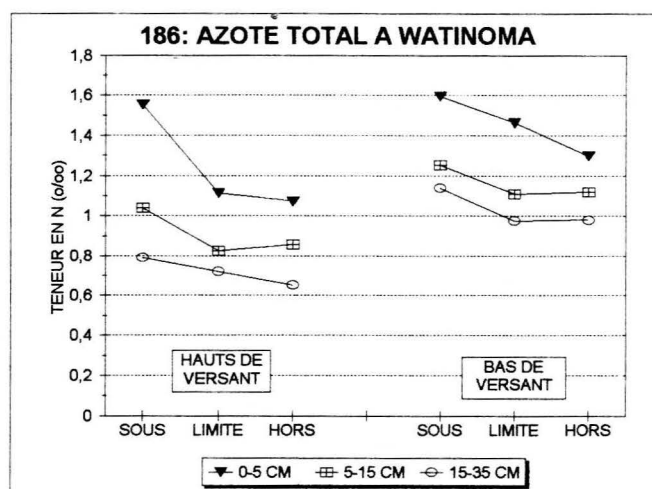
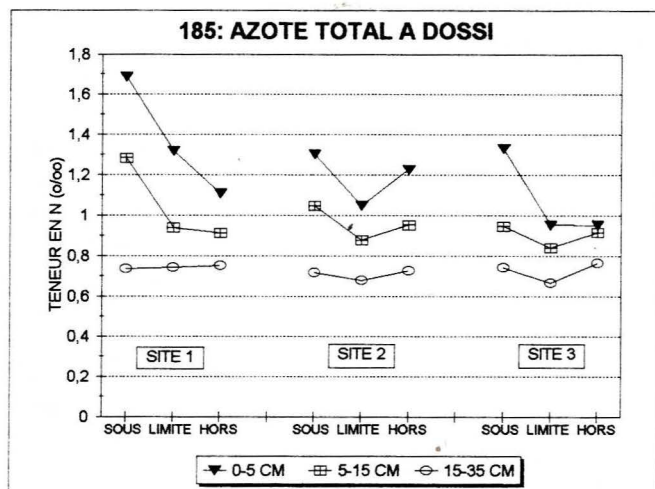
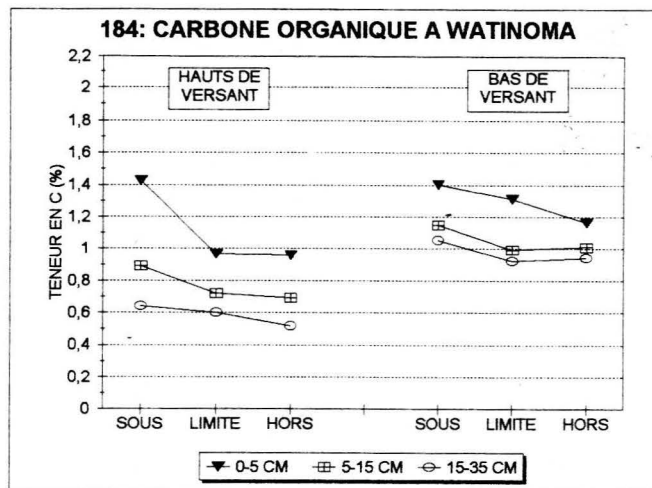
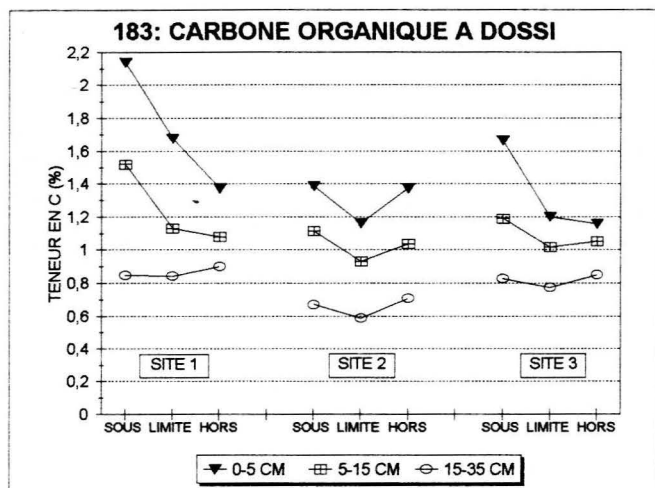
Zones d'éloignement à l'arbre :

HOU : sous le houppier, entre le tronçet la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

GRAPHIQUES 183 A 188: VARIATION DES ELEMENTS DU SOL LES PLUS SENSIBLES A L'INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA EN FONCTION DE LA DISTANCE A L'ARBRE ET DE LA PROFONDEUR DU SOL SUR LES SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA



SITE 1 : CENTRE; SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES ET HYDROM.
 SITE 2 : CENTRE; SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDR. DE PROFONDEUR
 SITE 3 : VERSANTS; SOLS B.E. COLLUVIAUX ET FER.TROP. LESS. IND.

SOUS: ENTRE LE TRONC ET LA LIMITE DU HOUPPIER DE L'ARBRE
 LIMITE: ENTRE LE BORD DU HOUPPIER ET 1 RAYON DU HOUPPIER
 HORS: DISTANCE ENTRE 2 ET 3 RAYONS DE HOUPPIER

Les différences sont toujours plus marquées pour l'horizon superficiel (0-5 cm) que pour les horizons sous-jacents. L'horizon le plus profond, 15-35 cm, apparaît d'ailleurs ne pas être influencé par l'arbre à Dossi alors qu'à Watinoma le gradient reste assez fortement marqué en profondeur. Watinoma, qui présente des teneurs globalement inférieures à celles de Dossi se différencie bien d'un site à l'autre. En effet, c'est sur le site des hauts de versant que sont enregistrés les plus forts écarts (hautement significatifs à très hautement significatifs). Sur le site le plus sec, l'effet du houppier de l'arbre est donc déterminant : dans l'horizon 0-5 cm, les taux de carbone et d'azote augmentent de près de 50 %. Sur bas de versant et bas-fonds, aux sols naturellement plus riches, l'influence de *Faidherbia* est moins forte -sans différence significative- malgré un effet multiplicateur constant pour tous les horizons et progressif de l'extérieur vers l'arbre (augmentations de 21 et 22 % à 0-5 cm et 14 et 12 % à 5-15 cm de profondeur pour le carbone et l'azote total). On note enfin que l'arbre améliore les teneurs en carbone et en azote du sol jusqu'à les relever à un même niveau sur les deux sites.

A Dossi, les différences dues au facteur éloignement à l'arbre ne sont significatives que sur les sites 1 et 3, soit sur les sols à caractère vertique -les plus riches en matière organique et en azote total- et sur les sols des versants est et ouest. Sur le site 1, les taux de carbone et d'azote augmentent respectivement de 56 % et 52 % sous le houppier des arbres en surface et de 41 % dans l'horizon sous-jacent. Sur le site 3, la différence entre zones sous et hors houppier est un peu moins marquée, variant autour de 40 % au niveau de l'horizon 0-5 cm. Au centre, sur les sols bruns eutrophes, profonds et à hydromorphie de profondeur, l'effet de *Faidherbia albida* n'est plus significatif. A la différence des autres sites, on note ici que les teneurs hors houppier équivalent celles enregistrées sous houppier, la zone en limite de houppier enregistrant pour tous les échantillons une petite baisse des teneurs. On peut interpréter cette équivalence des teneurs en carbone et en azote par la relative régularité et abondance des applications de fumure organique qui caractérisent le site. La densité des arbres et la dimension de leur houppier contribuent sans doute à réduire les différences : la zone intersticielle entre les limites de houppier est moins étendue qu'ailleurs et sur ce site au peuplement assez régulièrement dispersé, on peut supposer que l'influence globale du parc tend à homogénéiser les effets.

Hormis le cas particulier de ce site, l'influence de *Faidherbia albida* sur les propriétés organiques des sols, confirme les résultats des études antérieures (CHARREAU et VIDAL, 1969 ; JUNG, 1967 et 1970). Les augmentations en carbone et azote sont comparables quoique dans l'ensemble un peu moins fortes que celles citées par ces auteurs. Mais s'agissant de moyennes, il convient de relever les fortes variations entre échantillons, notamment à Watinoma. Ainsi, sur les hauts de versant, l'augmentation du carbone comme celle de l'azote, au niveau des 5 premiers cm du sol, peut varier de 25 % à 120 % entre les zones sous et hors houppier. On observe même des valeurs un peu plus faibles sous le houppier qu'en dehors pour deux arbres sur cinq du site le plus amendé (parc 1 constitué des champs de case). Si la dimension des *Faidherbia* ne semble pas être ici une source de variation (circonférences = 150 à 200 cm), il est par contre vraisemblable que la variation soit liée aux apports organiques plus ou moins importants et inégalement répartis d'une parcelle à l'autre.

Les écarts et variations n'ont d'ailleurs pas les mêmes valeurs sur le parc 2 des hauts de versant, au sol moins fumé que ne l'est le parc 1. Bien que les arbres y soient plus petits (circonférences = 50 à 100 cm ; surface du houppier 3 à 4 fois moindre), les effets sont plus marqués et plus constants d'un arbre à l'autre : augmentation de 70 à 80 % en N et C sous l'arbre contre 27 à 28 % sur le parc 1 (coefficient de variation moyen de 120 % sur le parc 1 contre 40 % sur le parc 2).

Si la forte hétérogénéité des sols de Watinoma est une source de variabilité importante, il importe également de considérer l'émondage des faidherbias et l'intensité des prélèvements qui perturbent les restitutions au sol de matière organique (feuilles et tiges). Ces facteurs sont certainement déterminants sur bas de versant et bas-fond. En effet, l'émondage y est plus fort qu'ailleurs et s'il existe un effet de stationnement du bétail sous l'arbre (fumure) qui constitue certainement une part de "l'effet faidherbia", le site ne bénéficie cependant pas d'apports de fumure organique par les exploitants, à la différence des hauts de versant. Aussi, les augmentations sous houppier en C et N sont-elles très variables : de quelques % à plus de 150 % pour des arbres de même classe de circonférence (200 à 250 cm).

Sans anticiper sur les résultats présentés au chapitre 4, on peut ici mentionner que l'émondage total d'un arbre adulte équivaut au prélèvement de 50 à 100 kg de matière sèche (feuilles et rameaux) soit 5 à 10 tonnes/ha sur la base d'un houppier de 100 m². Une partie de cette matière organique est restituée par le bétail en fumier sous l'arbre ou en sa limite. Mais une part importante est dispersée à travers les parcs et brousses au gré du parcours du bétail ou encore est redistribuée sur d'autres sites avec un différé en temps, via les enclos ou étables. C'est ce que nous avons observé et évalué lors du suivi des semences et de la régénération de l'espèce (cf. partie IV).

L'amplitude des variations intrasites est donc logiquement plus forte à Watinoma qu'à Dossi aux sols et au peuplement plus homogènes et aux individus non ou très peu touchés par l'émondage. Les teneurs moyennes en MO, C et N sous et hors houppier, sont d'ailleurs similaires sur le site 2 aux sols bruns eutrophes les plus cultivés et les plus fumés. Les écarts se creusent sur les autres sites, les versants est et ouest.

Enfin, pour ce qui est du rapport C/N, la principale différence apparaît entre les parcs de Dossi et de Watinoma : il varie autour de 11 à 12 sur le premier contre 8 à 9 sur le second. L'écart est essentiellement le fait de la teneur en carbone organique plus élevée sur le parc de Dossi. On peut là encore considérer que le peuplement plus dense, plus étendu et moins émondé des faidherbias de Dossi contribue plus qu'à Watinoma à renouveler le stock organique des sols et à maintenir sur l'ensemble du parc un C/N relativement élevé. Dans tous les cas, les variations entre les zones sous et hors houppier sont à Dossi très faibles, quelque soit le site (< 5 %).

2.4. EFFET DE L'ARBRE SUR L'AZOTE MINERAL

Sur le parc de Dossi où l'analyse des formes d'azote minéral (NH₄, NO₃) a été réalisée par la méthode Waring-Bremner, les différences observées en fonction du facteur éloignement sont très hautement significatives tout comme le sont les différences liées au facteur profondeur du sol. On observe une interaction positive entre les 2 facteurs (P = 0,02).

Comme le présente le **graphique 189**, le taux d'azote "Waring" diminue progressivement de l'arbre vers l'extérieur et de l'horizon de surface vers la profondeur du sol, l' écart variant d'un facteur 2 pour l'éloignement et 3 à 5 pour la profondeur du sol. Toutefois, une part modeste des variabilités enregistrées sur certains échantillons doit ici être mentionnée qui tient à la méthode d'analyse elle-même. Au cours de l'incubation anaérobie des sols, des pertes par dénitrification de l'azote nitrique présent au départ de l'incubation constituent un fait reconnu (com. pers. OLIVER). L'azote minéralisable étant établi sur la différence des taux d'azote amoniacal dosé en fin et avant incubation, on observe alors que l'azote "Waring" de certains échantillons est inférieur à la somme $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$.

Quoiqu'il en soit, cet azote minéral est toujours plus élevé sous l'arbre qu'en dehors, quelque soit le site et bien que les différences ne soient pas significatives sur le site 1, du fait de fortes variabilités induites par l'un des échantillons atypique (qui ne l'est pas du tout pour le dosage de l'azote total).

Cette forte augmentation de l'azote minéralisable sous le houppier des faidherbias exprime une activité biologique plus intense sous couvert et par conséquent des conditions de nutrition minérale et de croissance améliorées pour les cultures associées.

Des résultats similaires ont été obtenus au Malawi par RHOADES (1994) qui a suivi la minéralisation de l'azote au cours de la saison des pluies, dans les 15 premiers cm de sol. L'auteur montre que l'azote minéral disponible sous l'arbre est 7 fois supérieur à celui hors houppier, en début de saison (défeuillaison des faidherbias). L'amélioration se stabilise à un facteur 1,5 à 3 au cours de la saison. Au total, sur 4 mois, la production nette d'azote minéral (NH_4 , NO_3) varie de 112 ppm sous l'arbre à 42 ppm en dehors. JUNG (1967) avait également démontré au Sénégal l'importance du phénomène en début de saison des pluies par une différence variant d'un facteur 3 entre la zone proche du tronc de l'arbre et l'extérieur. Le taux d'azote minéralisable reste alors toujours plus élevé sous l'arbre au cours de la saison (33,9 ppm contre 13,4 ppm dans les 10 premiers cm de sol).

2.5. EFFET DE L'ARBRE SUR LE pH

Aucune différence significative ne ressort de l'analyse de variance du pH (pH eau) pour le facteur éloignement, à Dossi comme à Watinoma (cf. **tableaux 65 et 66**). Toutefois, sur le site des bas de versant et des bas-fonds de ce dernier terroir, on observe que le pH est sensiblement relevé au voisinage de l'arbre (6,1 contre 5,9 hors houppier à 0-5 cm de profondeur). La différence, plus importante pour le pH KCl, est d'ailleurs significative. S'agissant du site aux sols naturellement les plus acides, les plus sensibles au lessivage et les moins fumés, on peut faire l'hypothèse que l'arbre induit un effet plus marqué qu'en amont où le pH, en surface, varie très peu entre les zones sous houppier et hors houppier (cf. **tableau 67.2**).

TABLEAU 65 : ANALYSE COMPARATIVE DES CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES DES SITES DU PARC A FAIDHERBIA ALBIDA DE DOSSI EN FONCTION DES FACTEURS ELOIGNEMENT A L'ARBRE ET PROFONDEUR DU SOL

CARACTERISTIQUES ANALYSEES	SITE 1		SITE 2		SITE 3		SITES 1+2+3	
	ELOI	HOR	ELOI	HOR	ELOI	HOR	ELOI	HOR
Matière org. (MO)	S	THS	NS	THS	NS	THS	HS	THS
Carbone org. (C)	S	THS	NS	THS	NS	THS	HS	THS
Azote total (N)	S	THS	NS	THS	NS	S	HS	THS
C/N	NS	S	NS	THS	NS	S	NS	THS
NH4	THS	THS	HS	THS	THS	THS	THS	THS
NO3	NS	NS	NS	THS	THS	THS	THS	THS
N Waring	NS	NS	S	THS	THS	THS	THS	THS
Phosphore assim. (P)	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	S
Bases échangeables								
Calcium (Ca)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Magnésium (Mg)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Potassium (K)	HS	THS	S	NS	THS	THS	HS	THS
Sodium (Na)	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS
Manganèse (Mn)	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS	HS
CESO (Ca+Mg +K + Na)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	HS
CEC (Cap. Ech. Cat.)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CESO/CEC	HS	NS	NS	HS	NS	NS	NS	NS
PH cobalt	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	HS
PH eau	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PH Kcl	HS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	HS

ANOVA réalisée sur 81 échantillons (3 sites x 3 arbres x 3 éloignements x 3 horizons ; 9 prélèvements associés à l'un des arbres ayant été éliminé de l'analyse en raison de biais).

Signification des différences données pour un risque $\alpha = 5 \%$

S = Significatif

HS = Hautement significatif (1 %)

THS = Très hautement significatif (1 ‰)

NS = Non significatif

Aucune interaction significative entre l'horizon et l'éloignement n'a été enregistrée hormis pour "N Waring"

N Waring : Azote minéral évalué par la méthode Waring-Bremner

Site 1 = Sols BE hydromorphes ou vertiques

Site 2 = Sols BE modaux

Site 3 = Sols FTLLI, sols colluviaux et peu évolués d'érosion

ELOI = Eloignement à l'arbre (3 zones)

HOR = Horizons du sol (3 profondeurs)

TABEAU 66 : ANALYSE COMPARATIVE DES CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES DES SITES DE HAUTS ET BAS DE VERSANT DES PARCS A FAIDHERBIA ALBIDA DE WATINOMA EN FONCTION DES FACTEURS ELOIGNEMENT A L'ARBRE ET PROFONDEUR DU SOL

CARACTERISTIQUES ANALYSEES	1 : HAUTS DE VERSANT		2 : BAS DE VERSANT		SITES 1 + 2	
	ELOI	HOR	ELOI	HOR	ELOI	HOR
Matière org. (MO) Carbone org. (C) Azote total (N) C/N	THS THS HS NS	THS THS THS NS	S S NS NS	HS HS THS NS	S S HS NS	THS THS THS NS
Phosphore assim. (P)	NS	HS	HS	THS	NS	HS
<u>Bases échangeables</u> Calcium (Ca) Magnésium (Mg) Potassium (K) Sodium (Na) Manganèse (Mn) Alluminium (Al) Hydrogène (H)	NS NS NS NS NS NS NS	HS THS HS NS NS NS NS	NS NS THS NS NS NS NS	NS NS THS NS NS NS NS	NS NS THS NS NS NS NS	NS NS THS NS NS NS S
CESO (Ca + Mg + K + Na) CEC (Cap. Ech. cat.) CESO/CEC	NS NS NS	HS HS S	NS NS NS	HS NS THS	NS NS NS	NS NS HS
PH cobalt PH eau PH Kcl	NS NS NS	NS NS NS	HS NS S	HS NS THS	NS NS NS	NS NS NS

ANOVA réalisée sur 180 échantillons (2 sites x 10 arbres x 3 éloignements x 3 horizons)

Signification des différences donnée pour un risque $\alpha = 0,05$:

S = Significatif (5 %)

HS = Hautement significatif (1 %)

THS = Très hautement significatif (1‰)

NS = Non significatif

Aucune interaction significative entre l'horizon et l'éloignement n'a été enregistrée

Site 1 = Sols FTLI et sols peu évolués d'érosion

Site 2 = Sols FTL ± hydromorphes, sols BE hydromorphes et sols hydromorphes

ELOI = Eloignement à l'arbre (3 zones)

HOR = Horizons du sol (3 profondeurs)

TABEAU 67 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS DES PARCS DE DOSSI ET WATINOMA : VALEURS MOYENNES DU PH EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

1- A Dossi :

SITES	HORI-ZONS	PH Eau			PH Kcl			PH Cobalt		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : CENTRE SOL BEH/V	0-5 cm	7,25 ± 0,04	7,15 ± 0,07	7,12 ± 0,18	6,62 ± 0,25	6,33 ± 0,21	6,18 ± 0,6	6,85 ± 0,21	6,62 ± 0,09	6,52 ± 0,15
	5-15 cm	7,35 ± 0	7,32 ± 0,09	7,30 ± 0,2	6,43 ± 0,19	6,17 ± 0,13	6,02 ± 0,09	6,68 ± 0,15	6,46 ± 0,11	6,34 ± 0,03
	15-35 cm	7,45 ± 0,25	7,37 ± 0,16	7,27 ± 0,08	6,27 ± 0,27	6,28 ± 0,19	5,88 ± 0,08	6,54 ± 0,21	6,49 ± 0,13	6,25 ± 0,08
2 : CENTRE SOLS BEM	0-5 cm	6,95 ± 0,14	6,97 ± 0,27	7,02 ± 0,13	6,60 ± 0,14	6,42 ± 0,23	6,43 ± 0,15	6,67 ± 0,12	6,58 ± 0,16	6,57 ± 0,12
	5-15 cm	7,07 ± 0,12	6,92 ± 0,25	7,22 ± 0,12	6,43 ± 0,14	6,20 ± 0,21	6,47 ± 0,08	6,52 ± 0,09	6,34 ± 0,1	6,65 ± 0,11
	15-35 cm	7,18 ± 0,25	7,08 ± 0,3	7,13 ± 0,22	6,33 ± 0,21	6,23 ± 0,22	6,22 ± 0,12	6,45 ± 0,16	6,33 ± 0,16	6,38 ± 0,06
3 : VERSANTS SOL BEC/FTLI	0-5 cm	7,12 ± 0,19	7,07 ± 0,36	7,08 ± 0,4	6,68 ± 0,37	6,50 ± 0,5	6,50 ± 0,6	7,00 ± 0,23	6,89 ± 0,41	7,04 ± 0,68
	5-15 cm	7,15 ± 0,11	7,10 ± 0,2	7,15 ± 0,42	6,30 ± 0,29	6,20 ± 0,42	6,28 ± 0,73	6,68 ± 0,23	6,59 ± 0,36	6,84 ± 0,74
	15-35 cm	7,07 ± 0,12	7,08 ± 0,13	6,95 ± 0,22	6,12 ± 0,15	5,98 ± 0,23	5,92 ± 0,36	6,46 ± 0,1	6,40 ± 0,21	6,53 ± 0,36
SITES 1 + 2 + 3	0-5 cm	7,11 ± 0,19	7,06 ± 0,27	7,07 ± 0,27	6,63 ± 0,27	6,42 ± 0,34	6,37 ± 0,4	6,84 ± 0,24	6,70 ± 0,31	6,71 ± 0,47
	5-15 cm	7,19 ± 0,15	7,11 ± 0,26	7,22 ± 0,23	6,39 ± 0,23	6,19 ± 0,29	6,26 ± 0,46	6,63 ± 0,18	6,46 ± 0,26	6,61 ± 0,48
	15-35 cm	7,23 ± 0,27	7,18 ± 0,25	7,12 ± 0,23	6,24 ± 0,23	6,17 ± 0,25	6,01 ± 0,27	6,48 ± 0,16	6,41 ± 0,18	6,39 ± 0,24

BE M.: Bruns eutrophes modaux

BEH/V : Bruns eutrophes hydromorphes ou vertiques

BEC/FTLI : Bruns eutrophes colluviaux, et ferrugineux tropicaux lessivés indurés

Echantillonnage 1992 : 180 prélèvements composites (2 sites x 10 arbres x 3 horizons)

Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

S et CEC : Somme des cations et Capacité d'Echange Cationique en milliéquivalents (MEQ)/100 g de sol (Méthode Cobalti Hexamine)

Zones d'éloignement à l'arbre :

SOUS : sous le houppier, entre le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 et 3 rayons du houppier

2- A Watinoma :

SITES	HORIZONS	PH Eau			PH Kcl			PH Cobalt		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : HAUTS DE VERSANT	0-5 cm	7,4 ± 0,9	7,4 ± 0,8	7,3 ± 0,6	6,9 ± 0,7	7 ± 0,7	7 ± 0,6	7,3 ± 0,7	7,3 ± 0,7	7,3 ± 0,5
	5-15 cm	7,4 ± 1	7,6 ± 0,9	7,7 ± 0,7	6,8 ± 0,8	7 ± 0,9	7 ± 0,6	7,1 ± 0,7	7,3 ± 0,8	7,2 ± 0,6
	15-35 cm	7,3 ± 0,9	7,5 ± 1	7,5 ± 0,7	6,7 ± 0,8	6,8 ± 1	6,9 ± 0,7	7 ± 0,7	7,2 ± 0,8	7,1 ± 0,6
2 : BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS	0-5 cm	6,1 ± 0,1	6,0 ± 0,2	5,9 ± 0,2	5,6 ± 0,2	5,5 ± 0,3	5,2 ± 0,2	6,2 ± 0,9	6,2 ± 0,4	6 ± 0,3
	5-15 cm	6 ± 0,6	5,9 ± 0,4	5,8 ± 0,3	5,3 ± 0,6	5,1 ± 0,3	5 ± 0,3	5,9 ± 0,6	5,7 ± 0,5	5,6 ± 0,3
	15-35 cm	6,1 ± 0,6	5,9 ± 0,4	5,8 ± 0,2	5,1 ± 0,6	4,9 ± 0,3	4,8 ± 0,2	5,8 ± 0,7	5,5 ± 0,5	5,4 ± 0,3
SITES 1 + 2	0-5 cm	6,8 ± 1	6,7 ± 1	6,6 ± 0,9	6,3 ± 1	6,2 ± 1	6,1 ± 1	6,7 ± 0,8	6,7 ± 0,8	6,6 ± 0,8
	5-15 cm	6,7 ± 1,1	6,7 ± 1,1	6,8 ± 1,1	6,1 ± 1,1	6 ± 1,2	6 ± 1,1	6,5 ± 0,9	6,5 ± 1	6,4 ± 0,9
	15-35 cm	6,7 ± 1	6,7 ± 1,1	6,6 ± 1	5,9 ± 1,1	5,9 ± 1,2	5,8 ± 1,2	6,4 ± 1	6,3 ± 1,1	6,3 ± 1

Echantillonnage 1992 : 180 prélèvements composites (2 sites x 10 arbres x 3 horizons)
Analyses faites par le Laboratoire d'Agropédologie du CIRAD-CA (URFCM)

S et CEC : Somme des cations et Capacité d'Echange Cationique en milliéquivalents (MEQ)/100 g de sol (Méthode Cobalti Hexamine)

Zones d'éloignement à l'arbre :
SOUS : sous le houppier entre le tronc et la limite du rayon du houppier
LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier
HORS : hors houppier, à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

A Dossi, la différence de pH entre sites est très faible, le taux variant entre 7 et 7,5 (cf. tableau 67.1). Mais le pH est naturellement un peu plus élevé sur le site 1 aux sols vertiques dont la teneur en bases échangeables est significativement plus élevée que sur les autres sites (notamment en calcium). La différence entre les zones sous et hors houppier des faidherbias est dans tous les cas non significative. Ces résultats recoupent ceux obtenus au Sénégal par les auteurs déjà mentionnés (JUNG, 1967 ; DANCETTE et POULAIN, 1968 et CHARREAU et VIDAL, 1965). Pour ces derniers auteurs, l'analyse statistique ne permet pas de différencier par le pH les zones sous houppier (6,5) et hors houppier (6,14 à 0-10 cm sur un sol "dior"). Un écart similaire, non significatif, a également été mesuré par le premier auteur. Enfin, KAMARA et HAQUE (1992) ne mesurent aucun relèvement du pH par faidherbia sur un vertisol. Il en va de même sur les sols bruns eutrophes vertiques de Dossi qui enregistrent de façon générale peu ou pas d'effet de l'arbre (pH, constituants organiques, mais aussi bases comme cela est discuté au paragraphe suivant).

2.6. EFFET DE L'ARBRE SUR LE PHOSPHORE ET LES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU COMPLEXE ABSORBANT

L'analyse de variance réalisée sur le phosphore et les éléments constitutifs du complexe absorbant révèle des effets peu marqués de l'arbre, inégaux d'un site à l'autre, à l'exception du potassium (cf. tableaux 68 et 69).

2.6.1. Variation du phosphore assimilable

Le phosphore assimilable (P) qui varie fortement selon la profondeur du sol n'apparaît guère varier en fonction de l'éloignement à l'arbre, à l'exception notable des différences hautement significatives enregistrées sur bas de versant et bas-fonds à Watinoma (augmentation de près de 30 % de la teneur sous *faidherbia* au niveau de l'horizon 0-5 cm et de près de 50 % dans l'horizon sous-jacent). Mais les taux restent très faibles (< 20 MEQ), inférieurs au seuil de carence de 50 mg/kg⁵. La dispersion des valeurs est toujours très forte, quelque soit le site (cf. les écarts-types) avec, fréquemment, une inversion des teneurs en P entre les zones sous et hors houppier d'un arbre à l'autre. Les teneurs peuvent elles-mêmes beaucoup varier au sein d'un même site, notamment à Dossi : de 50 à 150 MEQ, en surface sur le bas du versant est dont les sols paraissent le mieux pourvus en phosphore.

2.6.2. Variation du potassium

Le potassium (K) est le principal élément à être significativement influencé par l'arbre tant sur le parc de Dossi qu'à Watinoma. L'augmentation sous houppier au niveau de l'horizon 0-5 cm varie à Watinoma de 23 % sur hauts de versant (non significatif) à 63 % en aval, avec des écarts proches de 100 % pour les horizons sous-jacents sur ce dernier site (différences très hautement significatives). Cette augmentation correspond à la décomposition et/ou lessivage de la litière des arbres (cf. graphique 188 et tableau 66).

A Dossi, les effets sont comparables avec une variabilité intrasite significative à hautement significative à l'avantage du site 1, le plus humide (+ 89 % de K sous le houppier des *faidherbias* à 0-5 cm). Elles sont significatives sur les sols bruns eutrophes du centre (+ 62 %) mais ne le sont pas sur les versants, malgré une augmentation de la teneur moyenne de 37 %. Les écarts sont généralement aussi forts dans les horizons sous-jacents (cf. graphique 187 et tableau 65).

A Dossi, comme à Watinoma, on relève que les effets sont plus marqués en aval, qu'en amont sur les sites les plus humides.

⁵Normes d'interprétation des analyses chimiques de l'ORSTOM (ORSTOM-IDR, 1993).

TABLEAU 68 :

EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS DES PARCS DE DOSSI : VALEURS MOYENNES DU PHOSPHORE ET DES PRINCIPAUX ELEMENTS CONSTITUTIFS DU COMPLEXE ABSORBANT EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

SITES	HORI- ZONS	PHOSPHORE (PPM)			CALCIUM (MEQ)			MAGNESIUM (MEQ)			MANGANESE (MEQ)			POTASSIUM (MEQ)			SODIUM (MEQ)		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : CENTRE (SOLS BE H/V)	0-5 cm	26,8 ± 17,3	19,6 ± 11,2	20,3 ± 9,5	16,1 ± 1,7	15 ± 3	13,1 ± 1,8	6,4 ± 2,7	6,4 ± 2,9	5,9 ± 2,6	0,013 ± 0,005	0,013 ± 0,005	0,017 ± 0,005	0,51 ± 0,17	0,34 ± 0,11	0,27 ± 0,05	0,17 ± 0,11	0,27 ± 0,3	0,4 ± 0,4
	5-15 cm	15,7 ± 7	11,3 ± 5	10,7 ± 53,6	16,8 ± 2,1	15,8 ± 2,4	14,9 ± 0,7	6,4 ± 2,7	6,6 ± 3,1	6,3 ± 2,5	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,24 ± 0,1	0,12 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,18 ± 0,16	0,47 ± 0,5	0,5 ± 0,6
	15-35 cm	11,6 ± 3,6	9,4 ± 2,3	10,7 ± 4,2	15,7 ± 4,1	15,4 ± 3	17,3 ± 1,2	5,9 ± 2,6	6,7 ± 3,4	6,7 ± 2,4	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,11 ± 0,04	0,06 ± 0,03	0,03 ± 0,02	0,25 ± 0,22	1,26 ± 1,7	0,22 ± 19
2 : CENTRE (SOLS BEM)	0-5 cm	33,0 ± 12,8	29,2 ± 12,8	33,4 ± 10,7	8,6 ± 1,6	8,3 ± 1,5	8,9 ± 1,9	2,5 ± 0,9	2,2 ± 0,8	2,5 ± 1	0,013 ± 0,005	0,020 ± 0,01	0,010 ± 0	0,89 ± 0,2	0,60 ± 0,01	0,55 ± 0,13	0,11 ± 0,03	0,09 ± 0,02	0,06 ± 0,02
	5-15 cm	23,6 ± 8,3	19 ± 5,4	28,8 ± 12	9,5 ± 2,5	9 ± 2,1	12,3 ± 3,7	2,6 ± 1	2,4 ± 0,8	3,4 ± 8	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,52 ± 0,2	0,41 ± 0,1	0,35 ± 0,11	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,08 ± 0,01
	15-35 cm	15,4 ± 5,7	12,1 ± 6,64	18,5 ± 6,4	10,3 ± 3,3	9,6 ± 2,4	9,8 ± 2,6	2,6 ± 1,2	2,6 ± 0,8	2,8 ± 9	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,30 ± 0,13	0,16 ± 0,05	0,29 ± 0,12	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01
3 : VERSANTS (SOLS BEC et FTLI)	0-5 cm	67,2 ± 47,6	74,4 ± 60,2	81,6 ± 71,7	10,9 ± 2,8	9,9 ± 3,8	8,8 ± 2,5	3,3 ± 1,9	3,1 ± 2,2	2,7 ± 1,9	0,013 ± 0,005	0,013 ± 0,005	0,027 ± 0,024	0,63 ± 0,16	0,45 ± 0,22	0,46 ± 0,14	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	5-15 cm	43 ± 33,6	52,3 ± 41	77 ± 78	12,1 ± 3,4	12,1 ± 3,8	11,3 ± 2,6	3,6 ± 2,3	3,4 ± 2,3	3,2 ± 2,2	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,139 ± 0,005	0,28 ± 0,13	0,29 ± 0,21	0,24 ± 0,19	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01
	15-35 cm	25 ± 13	20,6 ± 10,7	30,8 ± 22,2	12,2 ± 3	12,8 ± 2,6	12,3 ± 8,8	3,4 ± 2,1	3,1 ± 2,1	3,4 ± 2,6	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,013 ± 0,005	0,13 ± 0,05	0,08 ± 0,03	0,11 ± 0,03	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,07 ± 0,01
SITES 1+2+3	0-5 cm	42,3 ± 35	41 ± 43,3	45,1 ± 49,7	11,9 ± 4	11,1 ± 4,3	10,3 ± 3,4	4,1 ± 2,6	3,9 ± 2,8	3,7 ± 2,5	0,013 ± 0,005	0,016 ± 0,009	0,017 ± 0,015	0,68 ± 0,23	0,46 ± 0,18	0,43 ± 0,16	0,12 ± 0,09	0,14 ± 0,2	0,18 ± 0,3
	5-15 cm	27,4 ± 23,4	27,6 ± 30	38,8 ± 53,5	12,8 ± 4,3	12,3 ± 4,1	12,9 ± 2,9	4,2 ± 2,7	4,2 ± 2,9	4,3 ± 2,4	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,011 ± 0,003	0,35 ± 0,2	0,25 ± 0,18	0,22 ± 0,17	0,11 ± 0,11	0,2 ± 0,4	0,21 ± 0,4
	15-35 cm	17,3 ± 10,1	14 ± 8,5	20 ± 15,9	12,7 ± 4,5	12,6 ± 3,6	13,1 ± 4	4 ± 2,9	4,2 ± 2,9	4,3 ± 2,7	0,010 ± 0	0,010 ± 0	0,011 ± 0,003	0,18 ± 0,12	0,1 ± 0,06	0,14 ± 0,13	0,13 ± 0,15	0,47 ± 1	0,12 ± 0,13

Echantillonnage retenu : 81 prélèvements (3 sites x 3 arbres x 3 zones x 3 horizons ; 1 arbre soit 9 éch. suspects sortis de l'analyse)

PPM. : Partie par million

MEQ : Milliéquivalents/100 g

± : Ecart-type

BE H/V : Bruns eutrophes hydromorphes ou vertiques

BEM : Bruns eutrophes modaux

BEC : Bruns eutrophes colluviaux

FTLI : Ferrugineux tropicaux lessivés indurés

Zones d'éloignement à l'arbre :

SOUS : sous le houppier, entre le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

TABLEAU 69 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS DU PARC DE WATINOMA : VALEURS MOYENNES DU PHOSPHORE ET DES PRINCIPAUX ELEMENTS CONSTITUTIFS DU COMPLEXE ABSORBANT EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

SITES	HORI-ZONS	PHOSPHORE (PPM)			CALCIUM (MEQ)			MAGNESIUM (MEQ)			MANGANESE (MEQ)			POTASSIUM (MEQ)			SODIUM (MEQ)		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : HAUTS DE VERSANT	0-5 cm	52,9 ± 32,8	56,3 ± 37,2	55,1 ± 38,9	5,6 ± 2,1	4,8 ± 1,9	4,7 ± 1,7	1,46 ± 0,6	1,15 ± 0,5	1,17 ± 0,3	0,012 ± 0,02	0,009 ± 0,02	0,006 ± 0,01	0,94 ± 0,42	0,77 ± 0,55	0,72 ± 0,32	0,41 ± 1,1	0,52 ± 1,2	0,43 ± 1,1
	5-15 cm	31,9 ± 26	42,9 ± 36,6	53,5 ± 63	4,2 ± 1,5	4,2 ± 2	3,9 ± 1,5	0,97 ± 0,5	0,86 ± 0,4	0,88 ± 0,2	0,008 ± 0,01	0,005 ± 0,01	0,004 ± 0,01	0,65 ± 0,33	0,63 ± 0,44	0,58 ± 0,34	0,42 ± 0,9	0,57 ± 1,1	0,50 ± 1
	15-35 cm	22,3 ± 19,2	26,9 ± 20	29,1 ± 24,2	3,6 ± 1,2	3,8 ± 1,6	3,4 ± 1	0,77 ± 0,3	0,74 ± 0,3	0,75 ± 0,2	0,008 ± 0,01	0,009 ± 0,01	0,004 ± 0,01	0,52 ± 32	0,48 ± 0,42	0,49 ± 0,25	0,28 ± 0,7	0,44 ± 0,9	0,45 ± 1
2 : BAS DE VERSANT ET BAS-FONDS	0-5 cm	17,0 ± 5,6	14,7 ± 6,3	13,3 ± 4,3	7,6 ± 2,9	7 ± 3,2	6,5 ± 2,7	2,95 ± 1	2,64 ± 1,2	2,59 ± 1,1	0,156 ± 0,07	0,171 ± 0,08	0,183 ± 0,14	1,38 ± 0,41	0,99 ± 0,29	0,75 ± 0,16	0,09 ± 0,08	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,02
	5-15 cm	13,2 ± 4,2	8,9 ± 2,7	8,9 ± 3,2	7,5 ± 3	6,8 ± 3,2	6,9 ± 3,1	2,75 ± 1	2,54 ± 1,1	2,56 ± 1,1	0,172 ± 0,10	0,157 ± 0,09	0,167 ± 0,10	0,70 ± 0,27	1,52 ± 0,2	0,38 ± 0,14	0,06 ± 0,03	0,05 ± 0,02	0,05 ± 0,01
	15-35 cm	10,4 ± 3,8	8,1 ± 4	8,2 ± 3,3	7,7 ± 3,4	7,1 ± 3,2	7,1 ± 3,2	2,71 ± 1	2,54 ± 1,1	2,61 ± 1	0,135 ± 0,08	0,121 ± 0,06	0,135 ± 0,07	0,58 ± 0,35	0,35 ± 0,16	0,27 ± 0,11	0,04 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,06 ± 0,02
SITES 1 + 2	0-5 cm	35,0 ± 29,6	35,5 ± 33,8	34,2 ± 34,7	6,6 ± 2,7	5,9 ± 2,8	5,6 ± 2,4	2,20 ± 1,1	1,90 ± 1,2	1,88 ± 1,1	0,08 ± 0,09	0,09 ± 0,1	0,09 ± 0,13	1,16 ± 0,17	0,89 ± 0,46	0,73 ± 0,25	0,25 ± 0,76	0,29 ± 0,9	0,24 ± 0,77
	5-15 cm	22,5 ± 20,8	26,0 ± 31	31,2 ± 49,9	5,8 ± 2,9	5,5 ± 2,9	5,4 ± 2,9	1,86 ± 1,2	1,70 ± 1,2	1,72 ± 1,2	0,09 ± 0,1	0,08 ± 0,1	0,09 ± 0,11	0,67 ± 0,3	0,57 ± 0,35	0,48 ± 0,28	0,24 ± 0,65	0,31 ± 0,84	0,27 ± 0,74
	15-35 cm	16,3 ± 15	17,5 ± 17,2	18,6 ± 20,2	5,7 ± 3,3	5,4 ± 3	5,3 ± 3	1,74 ± 1,2	1,64 ± 1,2	1,68 ± 1,2	0,07 ± 0,05	0,07 ± 0,07	0,07 ± 0,08	0,55 ± 0,34	0,41 ± 0,35	0,38 ± 0,22	0,16 ± 0,5	0,25 ± 0,67	0,26 ± 0,76

Echantillonnage 1992 : 180 prélèvements composites (2 sites x 10 arbres x 3 zones x 3 horizons)
Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

PPM. : Partie par million

MEQ : Milli-équivalent/100 g

± : Ecart-type

Zones d'éloignement à l'arbre :

SOUS : sous le houppier, entre le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier, à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

2.6.3. Variation des autres éléments

Pratiquement aucune différence significative ne ressort de l'analyse de variance pour ce qui concerne les teneurs moyennes en calcium (Ca), magnésium (Mg), manganèse (Mn) et sodium (Na), équivalentes sous et hors houppier des faidherbias, à Dossi comme à Watinoma.

Pour le calcium, une tendance amélioratrice de l'arbre est globalement perceptible à Dossi comme à Watinoma (écart de 15 à 25 % entre les zones sous et hors houppier). Toutefois, à Dossi, sur les sols bruns eutrophes, les teneurs en Ca, hors houppier, sont équivalentes voire supérieures à celle des teneurs sous houppier, du moins pour les horizons sous-jacents.

Il en va de même du magnésium dont les teneurs sont améliorées de 10 à 25 % sous le houppier des faidherbias (cf. **tableaux 68 et 69**).

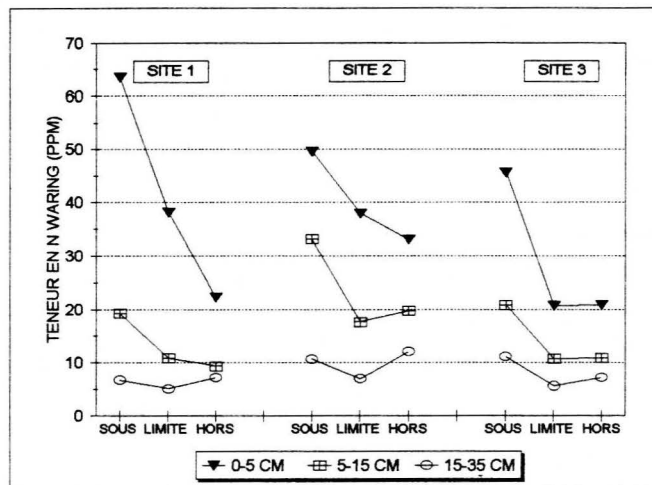
Pour le manganèse et le sodium, la distribution des teneurs en fonction de l'éloignement à l'arbre apparaît hétérogène d'un site à l'autre. A Dossi, les teneurs les plus faibles sont souvent observables sous l'arbre. Dans tous les cas, à Dossi comme à Watinoma, les différences ne sont pas significatives à l'exception d'une différence observée sur le site 2, à Dossi, à l'avantage de la zone sous houppier qu'il est difficile d'interpréter pour ce seul site.⁶

2.6.4. Capacité d'échange cationique

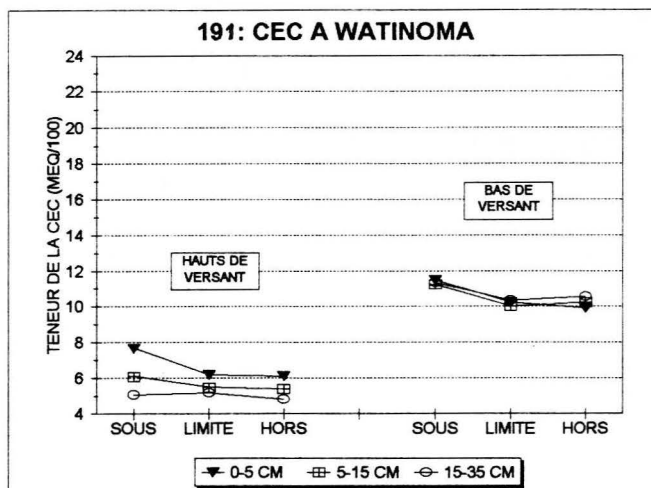
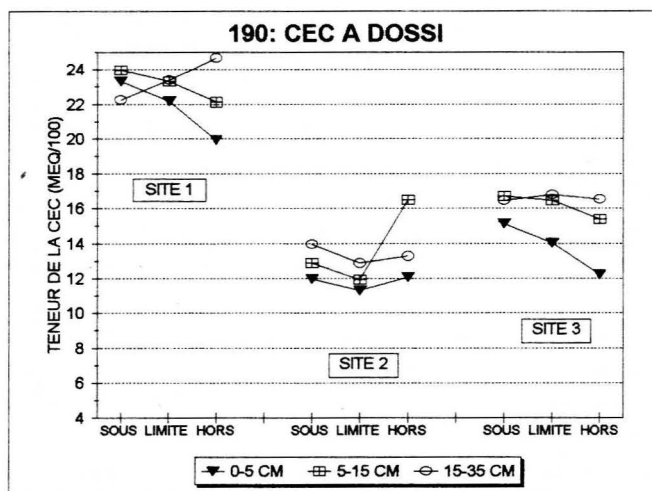
A partir des différences enregistrées pour les éléments constitutifs de la capacité d'échange cationique (CEC), il résulte pour la CEC elle-même une variation, allant dans le même sens : à 0-5 cm de profondeur, la CEC est améliorée de 20 à 25 % sous le houppier des faidherbias mais la différence entre les zones sous et hors houppier n'est pas significative à Dossi comme à Watinoma (cf. **tableaux 70 et 71**). Pour les horizons sous-jacents, les tendances sont plus discrètes voire inexistantes ou inverses. C'est le cas des sites 1 et 2 de Dossi sur sols bruns entrophes où la distribution de la CEC correspond à celle du calcium (cf. **graphiques 190 et 191**). La principale différence entre Dossi et Watinoma, indépendante de l'arbre, réside dans les niveaux respectifs des CEC : celle-ci peut être considérée comme élevée à très élevée à Dossi (12 à 24 MEQ) alors qu'elle est faible à moyenne à Watinoma (6 à 10 MEQ). On observe par ailleurs qu'à Dossi, c'est l'horizon superficiel qui a les plus faibles teneurs, à l'inverse de Watinoma. Cette différence exprime la plus grande richesse minérale des sols de Dossi issus de l'altération des roches basiques.

⁶ L'analyse minérale des feuilles de faidherbia, présentée au chapitre 3, n'a pas fait ressortir de taux particulièrement élevés en sodium ni pour un site, ni pour un individu.

GRAPHIQUE 189: EFFET DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LA TENEUR EN AZOTE MINERAL DU SOL A DOSSI EN FONCTION DU SITE ET DE LA DISTANCE A L'ARBRE (N WARING)



GRAPHIQUES 190 ET 191: EFFET DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LA CAPACITE D'ECHANGE CATIONIQUE A DOSSI ET A WATINOMA EN FONCTION DU SITE ET DE LA DISTANCE A L'ARBRE



SITE 1 : CENTRE; SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES ET HYDROM.
 SITE 2 : CENTRE; SOLS BRUNS EUTROPHES A HYDR. DE PROFONDEUR
 SITE 3 : VERSANTS; SOLS B.E. COLLUVIAUX ET FER.TROP. LESS. IND.

SOUS: ENTRE LE TRONC ET LA LIMITE DU HOUPPIER DE L'ARBRE
 LIMITE: ENTRE LE BORD DU HOUPPIER ET 1 RAYON DU HOUPPIER
 HORS: DISTANCE ENTRE 2 ET 3 RAYONS DE HOUPPIER

TABEAU 70 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS DES PARCS DE DOSSI ET WATINOMA : VALEURS MOYENNES DU COMPLEXE ABSORBANT ET DU TAUX DE SATURATION EN FONCTION DU SITE, DE LA PROFONDEUR DU SOL ET DE L'ELOIGNEMENT A L'ARBRE

1- A DOSSI :

SITES	HORIZONS	S (Ca+Mg + K + Na) (MEQ)			C E C (MEQ)			TAUX DE SAT. (%)		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : CENTRE (SOLS B.E. H/V)	0-5 cm	23,18 ± 4,6	21,93 ± 6,2	19,64 ± 4,9	23,32 ± 4,6	22,19 ± 6,0	19,94 ± 5,1	99 ± 0,5	99 ± 1	99 ± 0,5
	5-15 cm	23,64 ± 4,7	22,93 ± 5,8	21,78 ± 3,7	23,97 ± 4,7	23,31 ± 5,7	22,13 ± 3,7	98 ± 0,5	98 ± 0,5	98 ± 0
	15-35 cm	21,93 ± 6,6	23,44 ± 6,5	24,22 ± 3,7	22,25 ± 6,6	23,39 ± 6,1	24,67 ± 3,6	98 ± 0,5	99 ± 4	98 ± 1
2 : CENTRE SOLS (BEM)	0-5 cm	12,02 ± 3,5	11,17 ± 3,4	11,99 ± 4,9	11,97 ± 3,7	11,30 ± 3,5	12,07 ± 4,9	101 ± 2	99 ± 2	99 ± 1
	5-15 cm	12,66 ± 4,3	11,89 ± 3,5	16,15 ± 4	12,89 ± 4,5	11,92 ± 3,7	16,48 ± 4,1	98 ± 1	100 ± 1	98 ± 0,5
	15-35 cm	13,48 ± 5,4	12,40 ± 3,2	12,92 ± 3,8	13,96 ± 5,5	12,87 ± 3,3	13,28 ± 3,9	96 ± 1	96 ± 0,5	97 ± 1
3 : VERSANTS (SOLS BEC /FTLI)	0-5 cm	14,92 ± 4,6	13,58 ± 5,9	12,09 ± 4,1	15,12 ± 4,8	14,01 ± 6,1	12,22 ± 4,4	99 ± 1	97 ± 2	100 ± 5
	5-15 cm	16,08 ± 5,6	15,80 ± 6,21	14,80 ± 4,5	16,71 ± 5,6	16,43 ± 6,3	15,38 ± 4,7	96 ± 2	96 ± 1	96 ± 3
	15-35 cm	15,75 ± 5,1	16,03 ± 4,7	15,92 ± 5,3	16,43 ± 5,1	16,77 ± 4,6	16,52 ± 5,6	96 ± 2	95 ± 2	97 ± 0,5
SITES 1 + 2 + 3	0-5 cm	16,71 ± 6,4	15,56 ± 7,1	14,57 ± 5,9	16,80 ± 6,5	15,83 ± 7,1	14,74 ± 6,1	100 ± 1	98 ± 2	99 ± 2
	5-15 cm	17,46 ± 6,7	16,87 ± 7,0	17,58 ± 5,1	17,86 ± 6,8	17,22 ± 7,1	18,00 ± 5,1	98 ± 1	98 ± 1	98 ± 1
	15-35 cm	17,06 ± 6,8	17,29 ± 6,9	17,69 ± 6,5	17,55 ± 6,7	17,68 ± 6,5	18,16 ± 6,5	97 ± 1	97 ± 2	97 ± 1

Echantillonnage 1992 : 180 prélèvements composites (2 sites x 10 arbres x 3 zones x 3 horizons)

Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

BEM : Bruns eutrophes modaux

BEH/V : Bruns eutrophes hydromorphes ou vertigues

BEC/FTLI : Bruns eutrophes colluviaux, ferrugineux tropicaux lessivés indurés

S et CEC : Somme des cations et Capacité d'Echange Cationique en milliéquivalents (MEQ/100 g de sol, Méthode Cobalti Hexamine)
± : Ecart-type

Zones d'éloignement à l'arbre :

SOUS : sous le houppier, entre le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

2- A WATINOMA

SITES	HORI- ZONS	S (Ca+Mg + K + Na) (MEQ)			C E C (MEQ)			TAUX DE SAT. (%)		
		SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS	SOUS	LIM	HORS
1 : HAUTS DE VERSANT	0-5 cm	8,4 ± 2,8	7,2 ± 2,7	7,1 ± 2,8	7,7 ± 2,6	6,2 ± 2,3	6,1 ± 2,1	110 ± 12	118 ± 14	1,13 ± 14
	5-15 cm	6,2 ± 2,1	6,3 ± 2,6	5,9 ± 2,4	6,1 ± 1,9	5,5 ± 1,5	5,4 ± 1,7	122 ± 12	111 ± 19	106 ± 16
	15-35 cm	5,2 ± 1,7	5,4 ± 2,1	5,1 ± 1,7	5,1 ± 1,6	5,2 ± 1,4	4,8 ± 1,3	103 ± 13	103 ± 20	106 ± 20
2 : BAS DE VERSANT ET BAS- FONDS	0-5 cm	12,1 ± 4,6	10,7 ± 4,1	9,9 ± 3,9	11,5 ± 4	10,2 ± 4,5	9,9 ± 4	106 ± 6	106 ± 9	101 ± 9
	5-15 cm	11 ± 3,9	9,9 ± 4,9	9,9 ± 4,2	11,3 ± 4,1	10 ± 4,8	10,2 ± 4,4	99 ± 5	101 ± 7	97 ± 5
	15-35 cm	11 ± 4,4	10 ± 4,3	10 ± 4,3	11,3 ± 4,7	10,3 ± 4,7	10,6 ± 4,5	99 ± 6	99 ± 6	95 ± 6
SITES 1 + 2	0-5 cm	10,2 ± 4	9 ± 4,2	8,5 ± 3,7	9,6 ± 3,9	8,2 ± 4,1	8 ± 3,7	108 ± 10	112 ± 13	107 ± 13
	5-15 cm	8,6 ± 4	8,1 ± 4,1	7,9 ± 4	8,7 ± 4,1	7,7 ± 4,2	7,8 ± 4,1	100 ± 8	106 ± 15	101 ± 13
	15-35 cm	8,1 ± 4,4	7,7 ± 4,1	7,6 ± 4,1	8,2 ± 4,7	7,8 ± 4,3	7,7 ± 4,9	101 ± 11	101 ± 15	100 ± 16

Echantillonnage 1992 : 180 prélèvements composites (2 sites x 10 arbres x 3 zones x 3 horizons)

Analyses faites par le Laboratoire d'agropédologie du CIRAD-CA (UR/FCM)

BEM : Bruns eutrophes modaux

BEH/V : Bruns eutrophes hydromorphes ou vertiques

BEC/FTLI : Bruns eutrophes colluviaux, ferrugineux tropicaux lessivés indurés

Zones d'éloignement à l'arbre :

SOUS : sous le houppier, entre le tronc et la limite du rayon du houppier

LIM : en limite du houppier à une distance de 1 à 2 rayons du houppier

HORS : hors houppier, à une distance de 2 et 3 rayons du rayon

S et CEC : Somme des cations et Capacité d'Echange Cationique en milliéquivalents (MEQ/100 g de sol, Méthode Cobalti Hexamine)
± : Ecart-type

TABEAU 71 : COMPARAISON DES TENEURS DES PRINCIPAUX ELEMENTS ORGANIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS SOUS FAIDHERBIA ALBIDA ET SOUS KARITE (*BUTYROSPERMUM PARADOXUM*) A WATINOMA : VARIATION DANS LES HORIZONS 0-20 ET 20-40 CM SUR LE SITE DES BAS DE VERSANT COMMUN AUX 2 ESPECES (ANALYSES 1990)

HORIZON 0-20 cm	n	MO (%)	C (%)	N (‰)	C/N	P (PPM)	Ca (MEQ)	Mg (MEQ)	K (MEQ)	CEC (MEQ)	PH
Sous faidherbia	3	2,67 ± 0,31	1,55 ± 0,18	1,82 ± 0,35	8,67 ± 0,76	14,03 ± 4,12	9,97 ± 1,03	3,90 ± 0,42	0,73 ± 0,14	14,9 ± 1,8	5,92 ± 0,08
Sous karité	3	2,36 ± 0,16	1,38 ± 0,09	1,38 ± 0,08	9,93 ± 0,33	9,33 ± 0,33	8,33 ± 0,53	3,80 ± 0,33	0,90 ± 0,19	12,8 ± 0,7	6,33 ± 0,10
Hors houppier	2	2,39 ± 0,22	1,39 ± 0,13	1,27 ± 0,08	11,10 ± 1,7	10,55 ± 0,95	8,90 ± 1,2	3,88 ± 0,35	0,43 ± 0,05	13,7 ± 2,3	5,80 ± 0,05

HORIZON 20-40 cm	n	MO (%)	C (%)	N (‰)	C/N	P (PPM)	Ca (MEQ)	Mg (MEQ)	K (MEQ)	CEC (MEQ)	PH
Sous faidherbia	3	2,24 ± 0,28	1,30 ± 0,16	1,16 ± 0,09	11,23 ± 0,82	10,60 ± 2,62	11,26 ± 1,34	4,25 ± 0,4	0,42 ± 0,07	16,0 ± 2,1	5,87 ± 0,14
Sous karité	3	2,01 ± 0,2	1,17 ± 0,12	1,08 ± 0,01	10,83 ± 0,95	8,40 ± 0,86	8,92 ± 0,55	4,09 ± 0,22	0,68 ± 0,24	13,3 ± 0,7	6,47 ± 0,19
Hors houppier	2	2,16 ± 0,09	1,26 ± 0,06	1,24 ± 0,08	10,25 ± 1,06	6,55 ± 0,95	10,24 ± 0,76	4,48 ± 0,22	0,27 ± 0,02	15,2 ± 1	5,75 ± 0,06

n : échantillon réalisé, à partir d'un échantillonnage composite de 4 prélèvements cardinaux par profondeur de sol et zone d'éloignement à l'arbre (parc 3)

- Sous faidherbia ou sous karité : entre le tronc et la limite du rayon du houppier

- Hors houppier : à une distance de 2 à 3 rayons du houppier

- MEQ : milliéquivalents/100 gr de sol.

± : Ecart-type

2.7. EFFETS COMPARATIFS DU FAIDHERBIA ET DU KARITE

Les effets améliorateurs de faidherbia sur le sol comparés à Watinoma à ceux du karité (*Butyrospermum paradoxum*) sont donnés dans le **tableau 71**. On y relève que les teneurs en MO, C et N des sols prélevés sous karité sont quasi-équivalentes à celles des sols prélevés hors houppier. A l'inverse, comme précédemment analysé, les teneurs en MO, C et surtout en N, P et K, sont fortement relevées sous le houppier du faidherbia.

Si l'analyse comparative des teneurs entre les sols sous faidherbia, sous karité et hors houppier des arbres, ne permet pas de différencier significativement l'influence de faidherbia en raison du très petit nombre d'échantillons, l'espèce apparaît toutefois induire des effets globalement plus importants que ne le fait le karité sur le sol. La seule exception est le potassium dont la teneur est sous le karité significativement plus élevée qu'en dehors de l'arbre (différence non significative avec le faidherbia).

On note par ailleurs que le pH est plus élevé sous karité que sous faidherbia bien que les constituants organiques et les bases échangeables y aient des teneurs plus faibles.

2.8. CONCLUSION

Les principales améliorations induites par l'arbre sur les sols concernent leurs caractéristiques organiques. Elles sont résumées au **tableau 72** et illustrées par le **graphique correspondant 192**. Les effets sont particulièrement marqués au niveau de l'horizon superficiel des sols. Ils restent importants dans l'horizon sous-jacent et parfois même en profondeur, à 15-35 cm.

A Watinoma, les plus grands écarts affectent le site le plus sec et le plus fumé des hauts de versant (+ 45 à + 50 % pour N et C). Sur ce site, le fumier déposé par le bétail est trois fois plus abondant sous le houppier qu'en dehors (cf. **tableau 40**). Sur bas de versant et bas-fonds, l'écart existe mais il est moindre. Les effets de concentration de fumier sous le houppier des arbres sont vraisemblablement atténués par le fait qu'à chaque saison des pluies la matière organique d'origine animale, comme celle végétale, est mobilisée et en partie redistribuée par les eaux de ruissellement ou les crues (cf. **photographies 25 et 28**). Bien que le site soit peu ou pas du tout fumé, les taux de carbone organique et d'azote total apparaissent relativement élevés, liés aux transferts de fertilité de l'amont vers l'aval.

A Dossi, où les quantités de fumier déposées par le bétail sont quasi-identiques sous et hors faidherbia, les améliorations les plus fortes en C et N sont enregistrées sur les versants, d'une part, et sur les sols à caractère vertique, d'autre part. Sur les vertisols, il est vraisemblable que les conditions de saturation hydrique soient à l'origine d'une plus grande quantité de matière organique, mal décomposée. Par contre, sur les sols bruns eutrophes les plus fertiles, les écarts sont négligeables. Les arbres y ont individuellement peu d'effet sur les caractéristiques organiques des sols. L'importance des applications de fumier par les exploitants et l'assez forte densité des arbres, de grande dimension et régulièrement dispersés, contribuent sans doute à homogénéiser les effets sur ce site du centre du parc de Dossi.

TABEAU 72 : EFFET DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES SOLS DES DIFFERENTS SITES DE DOSSI ET DE WATINOMA : PRINCIPALES AMELIORATIONS ENREGISTREES POUR LES TENEURS EN C, N, K, Ca, Mg, P ET LA CEC DANS L'HORIZON DE SURFACE ET CELUI SOUS-JACENT

SITES	HORI- ZONS	C %	N %	K %	CA %	MG %	CEC %	P %
D1	0-5 cm	56	52	88	23	8	17	32
	5-15 cm	41	41	204	13	2	8	47
D2	0-5 cm	1	6	63	(4)	0	(1)	(1)
	5-15 cm	7	10	50	(23)	(24)	(22)	(18)
D3	0-5 cm	44	40	28	24	20	24	(18)
	5-15 cm	13	3	20	7	15	9	(44)
W1	0-5 cm	49	45	31	18	25	26	(4)
	5-15 cm	29	21	13	7	10	13	(40)
W2	0-5 cm	20	23	85	18	14	16	28
	5-15 cm	14	12	82	9	7	10	48

D1 : Dossi centre et nord ; sols bruns eutrophes, hydromorphes ou vertiques

D2 : Dossi centre ; sols bruns eutrophes modaux à hydromorphie de profondeur

D3 : Dossi versants ; sols bruns eutrophes colluviaux et fer. tropicaux lessivés, indurés

W1 : Watinoma hauts de versants ; sols peu évolués et fer. tropicaux, lessivés, gravillonnaires

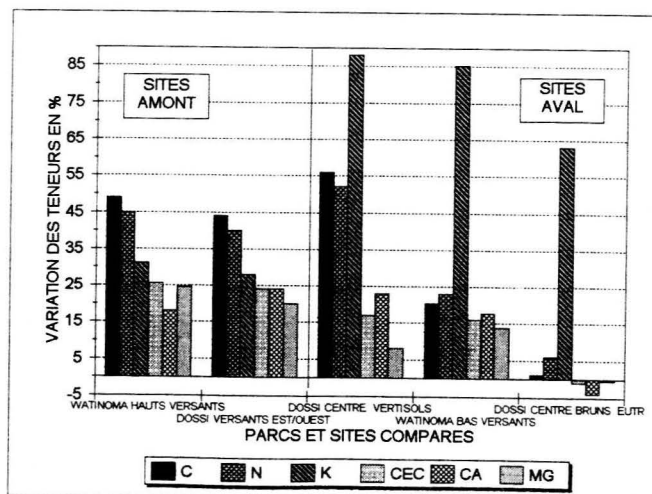
W2 : Watinoma bas de versants et bas-fonds ; sols fer.trop. less. ± hydromorphes, bruns eutrophes hydr. et sols hydr.

(x) : Diminution

Toutes les valeurs sont relatives à la différence calculée entre les teneurs sous houppier et celles hors houppier:

Variation = $\frac{\text{Teneur sous houppier} - \text{teneur hors houppier}}{\text{teneur hors houppier}}$, en %

GRAPHIQUE 192 : PRINCIPALES AMELIORATIONS DU SOL INDUITES PAR *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA : VARIATIONS ENTRE LES ZONES SOUS ET HORS HOUPPIER SELON LE SITE AU NIVEAU DE L'HORIZON 0-5 CM



En l'absence d'évaluations faites sur la biomasse retournant au sol (écorce, bois, litières feuillée et racinaire), et d'un suivi saisonnier du fumier laissé au sol par le bétail, il est difficile de déterminer la part respective des matières organiques, animale et végétale, retournant au sol. Mais par référence aux travaux de JUNG (1967) qui a quantifié les litières de *faidherbia* produites annuellement et sur la base de nos propres données relatives aux quantités de fumier mesurées sous *faidherbia* et aux biomasses produites sur émondage total (cf. chap.3), il n'est pas surprenant d'enregistrer des améliorations significatives de C, N, voire d'autre éléments sous l'arbre.

En effet, pour la seule litière feuillée, JUNG (1967) a évalué la production annuelle d'un arbre adulte non émondé à 4,2 t de MS par ha de houppier. Cette estimation recoupe les nôtres, faites sur émondage total (DEPOMMIER et GUERIN, 1996) : 2 à 3 t/ha de houppier pour la MS en feuilles et une production équivalente pour la MS en petit bois et rameaux produits par l'émondage, soit au total près de 5t/ha/an. Elle correspond également aux estimations de LIBERT (1990) faites sur 150 à 200 jours (saison sèche) : 3 à 4 t/ha de MS sous houppier, contre 0,6 à 0,9 t hors houppier, résidus de récolte laissés sur place inclus dans les deux cas.

Bien qu'une partie de la litière feuillée soit perdue ou redistribuée en parc du fait des prélèvements par émondage, des transports par érosion et de divers facteurs de dégradation de la matière organique, ce qui retourne au sol explique pour une large part l'amélioration des taux de carbone et d'azote sous l'arbre et en limite de son houppier. A comparer les effets des arbres de Dossi -non ou très peu émondés- à ceux des arbres de Watinoma- pour la plupart émondés- il ne ressort que l'émondage ne limite pas ni n'occulte cette amélioration. Ainsi, sur versant, les écarts entre zones sous et hors houppier sont comparables et, ailleurs, ils restent importants. Ainsi que nous le verrons au chapitre suivant, les biomasses produites sur émondages totaux successifs sont équivalentes à celles d'arbres initialement non émondés.

Les apports animaux représenteraient une quantité moins importante de matière organique : entre 10 et 20 % du total d'après LIBERT (1990), sans doute plus à Dossi selon nos estimations (20 à 30 % sous houppier). Ces apports contribuent bien évidemment à relever le taux d'azote⁷. La forte amélioration de la teneur en azote minéral sous le houppier des *faidherbias* mesurée sur tous les sites de Dossi et de Watinoma en dépend sans doute en partie.

Dans tous les cas, ces apports organiques végétaux et animaux qui engendrent une plus forte activité biologique des sols sous l'arbre (2 à 5 fois plus qu'en dehors du houppier, selon JUNG, 1967) font passer les taux de C et N d'un état initial pauvre à un état moyen (normes d'interprétation ORSTOM, 1993).

⁷ Les urines du bétail stationnant sous les arbres pourraient constituer une part non négligeable des apports, part qui reste à évaluer en considérant que leur dégradation est sans doute rapide.

Pour certains échantillons, en particulier sur sols ferrugineux tropicaux lessivés à Watinoma, et sur sols bruns eutrophes vertiques à Dossi, les surfaces sous houppier deviennent véritablement riches à très riches en MO et N (respectivement $>5\%$ et $>2,5\%$). A Watinoma, si l'amélioration est moins marquée sur les bas versant que sur les hauts de versant, elle montre cependant que *Faidherbia albida* exerce un effet améliorateur sur les caractéristiques organiques des sols que ne produit pas le karité (*Butyrospermum paradoxum*). Dans la mesure où la teneur en éléments organiques est liée à la présence de bétail sous le houppier des faidherbias en saison sèche, on peut interpréter en partie la différence par le fait que sous le karité -qui n'est pas un arbre fourrager- le stationnement du bétail est moins fréquent et la fumure moins abondante.

L'effet propre à l'arbre y contribue vraisemblablement par la restitution au sol de la matière organique. A ce titre, il serait intéressant de comparer l'évolution des litières des deux espèces.

La présence de l'arbre améliore significativement la teneur de certains éléments chimiques du sol mais inégalement d'un site à l'autre. Ce sont essentiellement le potassium échangeable et le phosphore assimilable sur bas de versant à Watinoma. A Dossi, c'est également sous les faidherbias des sites les plus humides -sols bruns eutrophes plus ou moins hydromorphes et vertiques- que le phosphore est le plus amélioré.

Le relèvement des teneurs en potassium confère aux sols sous houppier une fertilité moyenne à élevée à Watinoma et moyenne au lieu de médiocre à Dossi. On remarquera que cette amélioration n'est pas propre au faidherbia : sous karité, la teneur est multipliée par plus de deux et presque autant dans l'horizon sous-jacent.

Pour le phosphore, la dispersion des valeurs est particulièrement importante à Dossi mais, globalement, les faibles écarts enregistrés sont vraisemblablement liés au niveau élevé de fertilisation des sols. A Watinoma, une situation comparable prévaut sur le site le plus fertilisé des hauts de versant (taux 3 à 4 fois supérieur à ceux médiocres de l'aval, la différence sous/hors houppier devenant alors significative).

En définitive, les résultats d'analyse pour cet élément sont mitigés. Ils correspondent peu aux améliorations de 134 % mesurées par CHARREAU et VIDAL (1965) sur sol Dior au Sénégal, ni à celles de plus de 50 % enregistrées par DUNHAM (1991) sur des sols alluviaux en bordure du Zambèze. On peut se demander quelle est la part de l'arbre dans cette amélioration en se référant aux résultats de JUNG (1983) : l'apport de phosphore par les débris végétaux de l'espèce serait très faible, moins de 100 g/arbre/an.

On doit en plus considérer que la teneur en phosphore est sujette à de fortes variations au cours d'une année selon ce même auteur. On peut ajouter que l'aménagement des arbres (émondage) lié à celui des sols (travail, amendements) sont des facteurs contribuant à consolider les hétérogénéités, notamment à Watinoma. C'est ce qui ressort de la comparaison des analyses pédologiques faites sur les mêmes sites en 1990 et 1992 (cf. annexe 36)

Parmi les bases échangeables, la teneur en calcium est globalement influencée par l'arbre, mais les différences à Watinoma ne sont jamais significatives comme à Dossi. Les sols analysés en sont assez bien pourvus, en particulier à Dossi où les teneurs sont rarement inférieures à 10 MEQ. Il en va de même du magnésium, l'enrichissement du sol sous l'arbre se faisant essentiellement dans son horizon supérieur.

Si les autres bases échangeables du sol sont peu ou pas affectées par la présence de l'arbre, cependant, au total, sur l'ensemble des sites, le niveau de la CEC augmente de 15 à 30 %. En outre, l'effet de l'arbre est plus important sur les sols chimiquement les moins pourvus et/ou les plus secs, en haut des toposéquences. Une exception vaut pour les sols vertiques qui semblent cumuler les effets de l'arbre et du stockage des éléments propre à leur pédogénèse. A l'opposé du schéma, on retrouve les sols bruns eutrophes de Dossi, naturellement fertiles, enrichis par les transferts d'érosion de l'amont vers l'aval et, de plus, assez régulièrement fumés. Ce sont les sols les moins "sensibles" à l'effet individuel des faidherbias. Ce constat vaut autant pour les éléments chimiques que pour ceux organiques du sol. Mais il ne préjuge pas d'un possible effet parc dépendant de la densité et de la dimension des arbres ainsi que cela a été démontré par LIBERT (1996).

Le pH, nous l'avons vu, est très peu influencé par la présence de l'arbre bien qu'en tout site il soit très légèrement supérieur sous le houppier des arbres. Il augmente significativement avec la teneur en bases échangeables : à Dossi et à Watinoma, sur bas de versant, la régression multiple établie entre les valeurs du pH et celle des principales bases, Ca et Mg, est hautement à très hautement significative dans la zone du houppier et de sa limite, alors qu'elle ne l'est pas ou apparait moins bien déterminée en dehors du houppier⁸

Comme l'avaient déjà relevé DANCETTE et POULAIN (1968), "dans un sol régulièrement soumis aux apports de matière organique provenant des déchets du *Faidherbia albida*, on enregistre des liaisons étroites entre le pH et les bases échangeables (Ca, Mg)". D'après JUNG (1967), le calcium et l'azote sont les principaux éléments minéraux de la litière aérienne de l'arbre retournant au sol (5,12 et 4,3 kg/arbre adulte/an via les feuilles, fruits, bois et écorce). Cet apport en calcium, très élevé, jouerait un rôle déterminant dans l'augmentation du taux de calcium échangeable du sol, du pH et dans l'activité de la microflore tellurique.

Le faidherbia exerce par ailleurs un effet plus ou moins marqué sur l'humidité du sol et sur sa texture. L'amélioration relative du taux d'humidité, bien qu'elle n'ait été mesurée qu'au niveau de l'horizon le plus superficiel du sol et sur un nombre limité de périodes, est dans tous les cas significative de l'effet direct exercé par le houppier de l'arbre. Celui-ci réduit les écarts thermiques et, corrélativement, abaisse l'évapotranspiration. Les effets bioclimatologiques ont été mesurés et interprétés par divers auteurs dont DANCETTE et POULAIN (1968) et SCHOCH

⁸ Régressions calculées avec un risque $\alpha = 5\%$, prenant en compte les valeurs de l'horizon superficiel (0-5 cm) et de l'horizon sous-jacent (5-15 cm) sur lequel les effets de l'arbre sont encore sensibles :

- A Dossi, $R^2 = 0,40$ (S) et $0,46$ (THS) sous et en limite de houppier et $0,27$ hors houppier (NS).
- A Watinoma, sur bas de versant, $R^2 = 0,72$ (THS) et $0,48$ (HS) contre $0,31$ (S).
- Sur hauts de versant, à Watinoma, la variabilité des observations liées notamment à des augmentations de pH hors houppier ne permet pas d'obtenir de telles relations.

(1966). Ces effets ne peuvent être considérés comme spécifiques à *Faidherbia albida* dont la phénologie est perturbée par les émondages. Partout où l'arbre est exploité pour son feuillage, soit jusqu'en fin de saison sèche, on observe sa refeuillaison en début de saison des pluies, phénomène qui l'apparente à toute autre espèce dont la feuilaison est rythmée sur la saison des pluies.

En ce qui concerne l'effet de l'arbre sur la teneur en éléments fins au sol, les différences entre les zones sous et hors houppier n'expriment que des tendances amélioratrices au niveau de l'horizon superficiel du sol, à l'instar de ce qui est observé pour le pH. Là encore, on relève que les écarts sont plus importants sur la station la plus sèche, à Watinoma, alors que globalement les différences sont quasi inexistantes à Dossi. L'effet bloc du parc de Dossi, sa densité et sa position d'abri entre deux lignes de relief ne sont sans doute pas étrangères à cette relative homogénéité des teneurs en éléments fins du sol.

Finalement, si l'effet de l'arbre sur le sol est bien établi pour certaines caractéristiques organiques et minérales parmi les plus déterminantes pour le développement des cultures associées, il varie beaucoup d'un site à l'autre. Il est généralement plus marqué en haut qu'en bas de versant sur les sols naturellement les moins fertiles. C'est le cas des améliorations enregistrées sur les sites des hauts de versant est et ouest de Dossi qui ont en commun des sols ferrugineux tropicaux lessivés.

A l'inverse, en bas de toposéquence, sur les sols les plus fertiles et bien alimentés en eau, les effets sont réduits voire inexistantes dans l'horizon de surface. Les sols bruns eutrophes de Dossi, les plus fertiles, en constituent la meilleure illustration. Mais l'exception vient des sols les plus hydromorphes ou à caractère vertique qui présentent les écarts les plus importants pour C, N et K entre les zones sous et hors houppier. Tout se passe comme si ces effets de l'arbre étaient ici cumulatifs, l'horizon sous-jacent, sous houppier, enregistrant des écarts aussi importants qu'en surface (plus pour K que pour N). Ces résultats recourent largement ceux de KAMARA et HAQUE (1992) qui enregistrent un effet comparable de l'arbre sur la matière organique, l'azote et du phosphore (20 à 40 %) mais sans enregistrer d'amélioration sur le calcium et le magnésium.

CHAPITRE 3 : INFLUENCE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES CULTURES

3.1. METHODOLOGIE

L'étude de l'influence de *Faidherbia albida* sur les principales cultures des parcs, sorgho et maïs, a été réalisée sur plusieurs saisons à travers trois types de dispositif expérimental. Ceux-ci ont conduit successivement à interpréter la variabilité liée aux facteurs site, distance à l'arbre, dimension de l'arbre et orientation cardinale.

La mise en place des dispositifs, le suivi des cultures et leur récolte ont été fréquemment soumis à des biais ayant obligé à modifier ou à réduire les échantillonnages initiaux. Cela fut notamment le cas à Watinoma où les aléas climatiques, la forte hétérogénéité des sites et la gestion même des sols et des cultures n'ont pas permis d'évaluer le même échantillonnage d'une année à l'autre.

Toute méthode expérimentale traitant en milieu réel de l'interface arbre-cultures est, dès le départ, confrontée à des contraintes de surface et de contenu parcellaire (prise en compte de l'itinéraire agricole de la saison et des antécédents culturels), d'aménagement et de positionnement des arbres (émondage en particulier) qui peuvent beaucoup limiter l'échantillonnage.

Afin de donner à cet échantillonnage la plus grande homogénéité possible, en essayant à la fois de contrôler au mieux les facteurs non expérimentaux et de s'assurer de la représentativité des systèmes à évaluer, nous avons répondu aux principales conditions listées dans le **tableau 73**.

Pour tout dispositif mis en place, on a toujours associé l'arbre à la parcelle dont il relevait en considérant celui-ci comme une répétition d'un dispositif factoriel pouvant être soumis à un modèle hiérarchisé selon l'importance et la relation donnée aux facteurs expérimentaux étudiés.

3.1.1. Evaluation de l'effet de l'arbre sur placettes circulaires, en dispositif mono-arbre :

Le premier dispositif expérimental a été mis en place à Watinoma en 1990. Conçu d'après la méthode établie par LOUPPE (1989), ce dispositif de récolte simplifié avait pour but de comparer les caractéristiques du rendement du sorgho sous et hors houppier des faidherbias. Pour cela, sur chacun des 4 parcs étudiés, 10 arbres adultes, de 200 à 300 cm de circonférence, au houppier équilibré et comparable en surface (100 à 150 m²) avaient été préalablement identifiés sur des parcelles cultivées en sorgho selon un même mode sur chaque site (variété à cycle court avec fumure organique sur hauts de versant ; variété à cycle long, sans fumure sur bas de versant et bas-fonds).

TABEAU 73 : CONTRAINTES ET OPTIONS PRISES EN COMPTE DANS LA MISE EN PLACE DE DISPOSITIFS D'ETUDE DE L'INTERFACE ARBRE-CULTURES DANS LES PARCS A FAIDHERBIA DE DOSSI ET DE WATINOMA

FACTEURS	CONTRAINTES ET RESTRICTIONS	CONDITIONS DE CHOIX
<p><u>PARCELLE</u></p> <p>- Surface :</p> <p>- Hétérogénéité :</p>	<p>- Microparcellaire et formes irrégulières limitent la surface expérimentale, la dimension et le positionnement des unités expérimentales.</p> <p>- Liée à la topographie et à l'aménagement de la parcelle, l'hétérogénéité contraint les dispositifs trop grands et rigides. Elle peut masquer les effets étudiés.</p>	<p>- Parcelles les plus petites (< 1000-2000 m²), et/ou trop irrégulières éliminées</p> <p>- Parcelles avec mares, micro-dépressions, surfaces dégradées (érosion, termitières, etc.) ignorées.</p>
<p><u>CULTURES</u></p> <p>- Diversité des cultures :</p> <p>- Travaux culturaux et récolte:</p>	<p>- Cultures, associations, variétés et leur distribution dans le temps et l'espace rendent complexe l'expérimentation et la maîtrise des facteurs étudiés.</p> <p>- Importance et fréquence des amendements, travail préparatoire du sol et façons culturales peuvent beaucoup varier d'une parcelle à l'autre. Le calendrier des récoltes, échelonnées dans le temps, n'est pas toujours prévisible.</p>	<p>- Cultures dominantes (céréales) et pures retenues avec reconnaissance les éventuelles variétés d'un site/parc à l'autre.</p> <p>- Parcelles soumises à un même itinéraire technique sur un même site nécessitant un suivi attentif et concerté avec les exploitants agricoles.</p>
<p><u>ARBRES</u></p> <p>- Arrangement spatial :</p> <p>- Etat sanitaire, dimension et architecture:</p> <p>- Aménagement :</p>	<p>- Fortes densités, irrégularité de la distribution des faidherbias, présence d'autres espèces à considérer.</p> <p>- Sujets malades, au houppier déporté, juvéniles et séniles constituent un effectif important sur certains sites.</p> <p>- L'émondage affecte la plupart des arbres à Watinoma. La réduction du houppier peut biaiser l'évaluation de l'effet de l'arbre sur les cultures associées.</p>	<p>- Faidherbias groupés, limitrophes ou associés à d'autres espèces compétitives ignorés.</p> <p>- Faidherbias, adultes, sains, au port droit et au houppier équilibré préférentiellement retenus.</p> <p>- Faidherbias fortement émondés au cours de la dernière saison sèche éliminés ; choix allant aux arbres peu ou pas du tout émondés sur au moins 2 à 3 saisons.</p>

Sous chaque arbre ont été délimitées des placettes circulaires totalement contenues dans la surface projetée au sol du houppier, à l'aide d'une corde passant autour du tronc (cf. figure 19), de telle sorte que :

$$S. \text{ récoltée} = (R_1^2 - R_2^2) = 20 \text{ m}^2$$

R_1 : rayon du cercle centré sur le tronc ;

R_2 : rayon du tronc de l'arbre ;

ce qui revient donc à récolter la surface d'une couronne.

Avec la même corde coulissant autour d'un piquet, on a délimité sur les mêmes parcelles des placettes circulaires "témoin". Ces placettes ont été prises aléatoirement à 15-20 m de tout arbre et dans des conditions topographiques et d'aménagement du sol similaires à celles des placettes sous faidherbia. La notion de témoin est évidemment toute relative en parc dans la mesure où rien ne permet d'indiquer jusqu'à quelle distance l'arbre exerce des effets sur le développement et le rendement des cultures. Corrélativement, plus on s'éloigne d'un arbre, plus on se rapproche de voisins qui peuvent exercer des effets de compétition, plus ou moins marqués selon l'espèce, la dimension des individus, leur aménagement et les conditions environnementales. Cependant, et dans la mesure où les contraintes d'échantillonnage précédemment citées étaient levées, on a fait l'hypothèse que des différences pouvaient être mesurées entre les surfaces cultivées sous houppier de l'arbre et hors houppier.

Les surfaces à récolter, préalablement identifiées avec les exploitants en début de saison, ont fait l'objet d'un suivi agricole constant (amendement, façons culturales, soins apportés aux cultures) afin de s'assurer de l'homogénéité des résultats. Malgré cela, la très mauvaise saison des pluies (abandon de parcelles), des dégâts occasionnés aux cultures, la divagation du petit bétail, la présence d'autres cultures ou pratiques culturales sur les placettes échantillonnées et des récoltes incontrôlées sur celles-ci ont obligé à réduire de plus de la moitié l'échantillonnage initial. Les pertes et biais mentionnés ont principalement affecté le site le plus sec des hauts de versant (3 couples de placettes "sous faidherbia-témoin" mesurés contre 14, en aval).

Finalement, dans la perspective de mesures plus fines étendues à l'étude d'autres facteurs nécessitant la multiplication des placettes, ce dispositif de récolte est apparu contraignant. En particulier, la limite est vite atteinte pour développer des couronnes successives au delà du houppier de l'arbre du fait de l'hétérogénéité des sols et de la présence d'arbres et arbustes autour des faidherbias échantillonnés.

Les conditions de terrain imposent de réduire la dimension des unités expérimentales et d'envisager des dispositifs expérimentaux spatialement discontinus, de type "blocs éclatés".

3.1.2. Etude des facteurs distance à l'arbre, dimension et orientation cardinale

Aux saisons suivantes, 1991 et 1992, on a mis en place un nouveau dispositif expérimental constitué d'un grand nombre de petites placettes carrées de 9 m², alignées du tronc de l'arbre vers l'extérieur dans les 4 directions Nord, Ouest, Sud et Est. (cf. **figure 20**)

Outre l'effet de l'orientation cardinale, l'expérimentation avait pour but d'évaluer les effets des facteurs dimension de l'arbre et éloignement à l'arbre sur les différents sites des parcs étudiés.

Les faidherbias ont été sélectionnés selon les mêmes critères que ceux donnés pour le précédent dispositif et les parcelles toutes cultivées selon le même mode ont été l'objet de suivis attentifs, de la préparation du sol à la récolte. L'effet de l'arbre a été évalué sur le sorgho à Watinoma comme à Dossi mais sur ce dernier terroir, le dispositif a de plus été étendu en 1992 à la culture du maïs.

Sur le terrain, les mesures et récoltes ont été réalisées sur des carrés de rendement matérialisés au sol par une tringlerie métallique et légère déplacée de 3 m en 3 m à partir du tronc de l'arbre sur chaque axe cardinal⁹.

L'alignement de placeaux cardinaux a du être parfois légèrement décalé de sa trajectoire en raison d'hétérogénéités de terrain. Quand pour un arbre un axe ne pouvait fournir autant de placettes successives que les autres axes, on a alors réduit leur nombre au plus petit dénominateur commun afin d'équilibrer le dispositif et donner aux analyses comparatives la plus juste interprétation (notamment pour l'étude de l'effet de l'orientation cardinale).

A Watinoma, l'échantillonnage n'a pu être suivi et récolté que sur hauts de versants, en 1991, et sur bas de versant et bas-fonds, en 1992, soit respectivement autour de 6 et 18 faidherbias.

Sur hauts de versant, aux densités les plus fortes, les récoltes ont pu être réalisées sur les axes cardinaux jusqu'au rang 4 (soit à 12 m du tronc). Seuls, les individus assortis d'un même nombre de placettes Nord, Ouest, Sud et Est ont été conservés pour l'analyse de variance.

Sur bas de versant, aux densités les plus faibles, les récoltes sur axes cardinaux ont pu être faites sur une plus grande distance à l'arbre. De la même façon, n'ont été retenus pour l'analyse que les dispositifs de récolte équilibrés sur les 4 axes, contenant au plus 6 placettes (soit jusqu'à 18 m du tronc).

⁹ Carré fait de 4 fers à béton se crochant à leurs extrémités et maintenu par un cinquième fer en diagonale. Cette méthode s'est révélée plus fiable et plus rapide que le piquetage ou le ruban d'arpenteur.

FIGURE 19 : DISPOSITIF DE RECOLTE DE CULTURES ASSOCIEES A *FAIDHERBIA ALBIDA* PAR LA METHODE DES PLACEAUX CIRCULAIRES CENTRES SUR LE TRONC

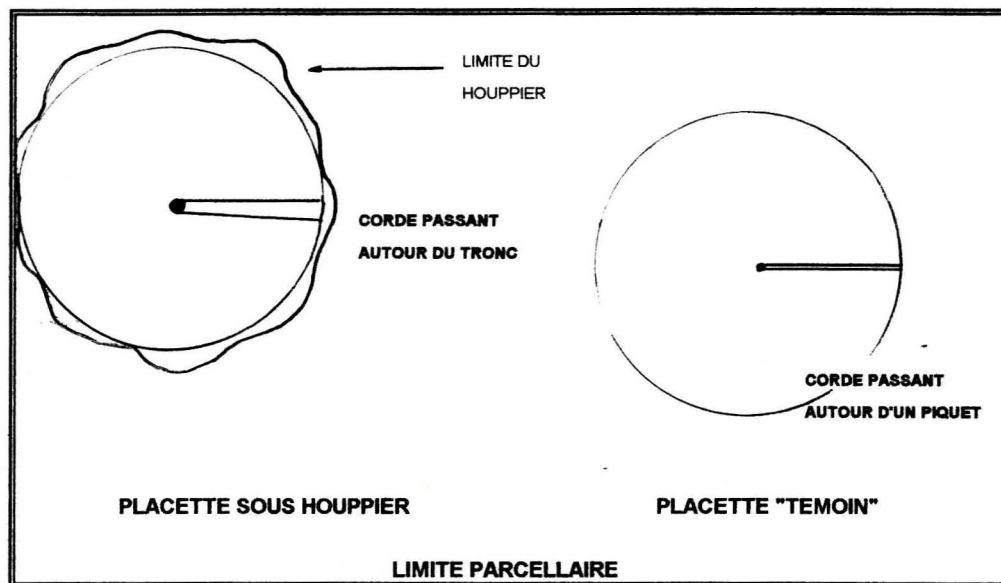
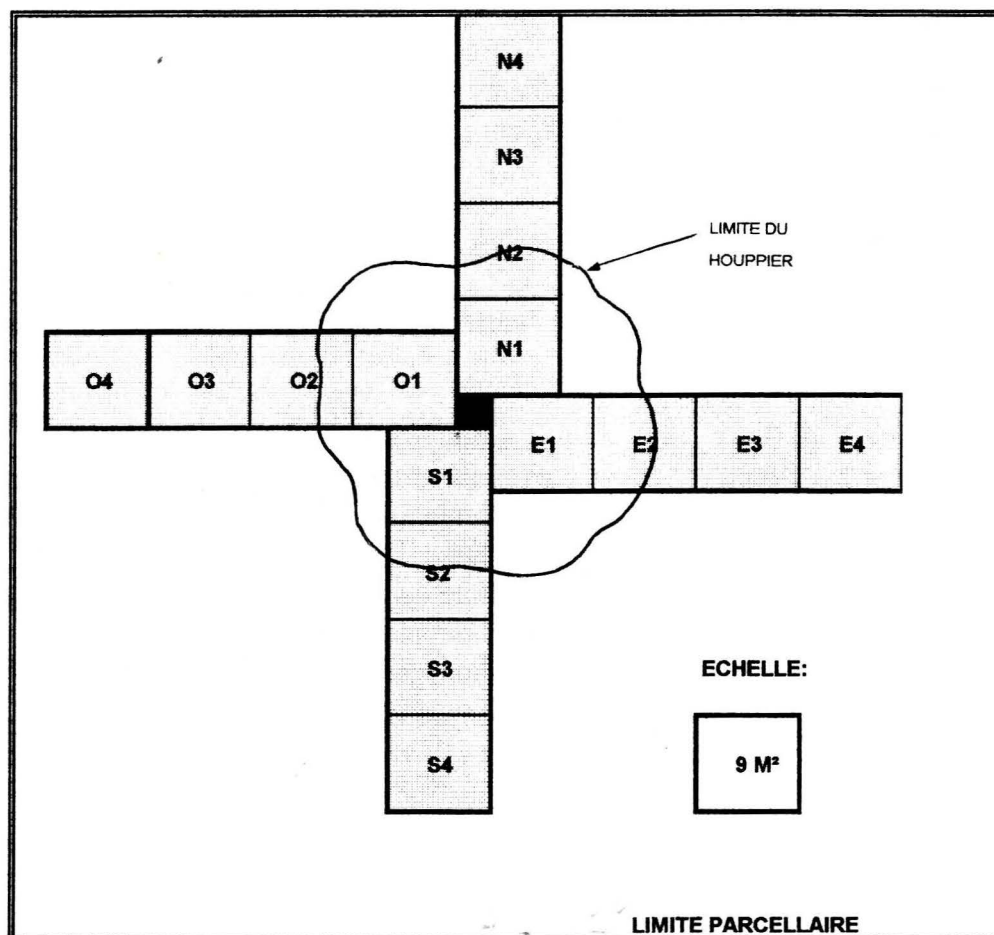


FIGURE 20 : DISPOSITIF DE RECOLTE DES CULTURES ASSOCIEES A *FAIDHERBIA ALBIDA*: EVALUATION DE L'EFFET DE L'ARBRE EN FONCTION DE L'ELOIGNEMENT AU TRONC ET DE L'ORIENTATION CARDINALE



On a par ailleurs défini deux classes de dimension d'arbres, à la fois par la circonférence C et la surface S du houppier (projection au sol) :

- sur hauts de versant : C = 50 à 100 cm ; S = 25 à 50 m² (N = 3)
C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m² (N = 3)
- sur bas de versant : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m² (N = 9)
C = 200 à 300 cm ; S = 150 à 250 m² (N = 9)

A Dossi, le dispositif a été mis en place pour la première fois en 1992 sur 23 arbres pour le sorgho (rouge) et 28 pour le maïs.

Comme à Watinoma, les récoltes ont été réalisées sur les 4 axes cardinaux et sur un même nombre de placettes pour chaque axe de tout arbre soit, au plus :

- pour le sorgho :
 - . sur 4 placettes, au centre du parc, sur sols bruns eutrophes modaux comme sur le versant est , sur sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés et bruns eutrophes ferruginisés ;
- pour le maïs :
 - . sur 4 placettes au centre du parc, sur sols bruns eutrophes modaux,
 - . sur 6 placettes sur le versant ouest, sur sols bruns eutrophes colluviaux.

Les deux classes de dimension d'arbres suivantes ont été imposées à l'échantillonnage, pour l'ensemble du parc :

- grands arbres : C = 200 à 300 cm ; S = 150 à 250 m²
- petits arbres : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m²

3.1.3 Mesures et observations sur les cultures

Pour toute récolte et après vérification sur le terrain, on a considéré les correspondances suivantes :

- | | |
|----------------------|--|
| placette 1 (0-3 m) | : sous houppier, |
| placette 2 (3-6 m) | : en limite de houppier pour les petits faidherbias,
sous houppier pour les grands faidherbias, |
| placette 3 (6-9 m) | : hors houppier pour les petits faidherbias,
en limite de houppier pour les grands faidherbias, |
| placette 4 (9-12 m) | : hors houppier, |
| placette 5 (12-15 m) | : hors houppier, |
| placette 6 (15-18 m) | : hors houppier. |

Outre la dimension des arbres qui fait varier la limite du houppier de la placette 2 à la placette 3, l'émondage relativise cette correspondance. En effet, pour un même individu au houppier bien développé lors des mesures, une placette sous houppier peut être positionnée en presque totalité hors houppier quelques mois plus tard, en saison sèche, à Watinoma.

Pour chacune des placettes des dispositifs expérimentaux, les 12 variables suivantes ont été mesurées ou calculées :

- Nombre de poquets "vivants" (NPO)
- Nombre de tiges (NTI)
- Nombre d'épis (NEP)
- Poids des tiges (PTI)
- Poids des épis (PEP)
- Poids total ($PTO = PTI + PEP$)
- Poids des grains (PGR)
- Rendement au battage ($RDT = PGR / PEP$)
- Poids de 1000 grains de sorgho ou de maïs (PMI)
- Poids moyen d'un épi (PME)
- Poids des grains par épi (PGE)
- Rendement en tiges ($TITO = PTI/PTO$).

Toutes les récoltes ont été faites par placette et numérotées. Tiges et épis ont été séchés au soleil à température ambiante (35 à 40° C). Les tiges, séparées des épis, ont été liées et pesées. Les épis après avoir été séchés et pesés ont été battus et le grain recueilli a également été pesé. Quant aux 1000 grains, ultérieurement pesés en laboratoire avec une balance de précision, ils ont été pris aléatoirement dans les lots de grains produits par chaque placette.

3.1.4. Evaluation de l'effet de faidherbia sur le striga

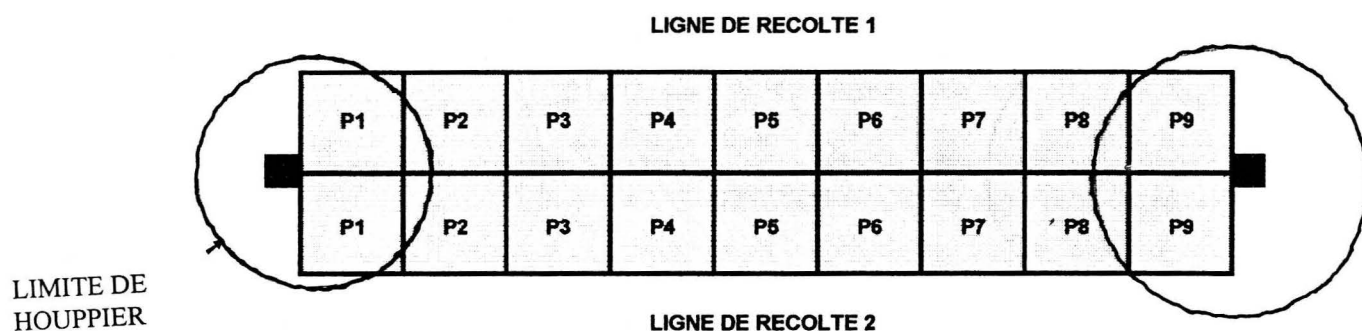
L'observation au cours de la saison des pluies de nombreux pieds de striga parasitant les cultures nous a conduit à faire une évaluation de l'effet du faidherbia sur cette plante annuelle, essentiellement représentée par l'espèce *Striga hermontica* (Delile) Benth.

Cette espèce de zone sèche est connue pour coloniser préférentiellement les sols pauvres à structure dégradée tels que sols ferrugineux tropicaux de hauts de versant de Watinoma. Elle affectionne les parcelles surexploitées et les cultures de mil, sorgho et maïs particulièrement sensibles dans ces conditions. Elle est à l'origine de pertes de rendement très élevées (LEBOURGEOIS et *al.*, 1995).

L'évaluation de l'infestation des cultures de sorgho et de maïs par le striga a été réalisée par un simple comptage des pieds en fleurs, soit en fin de saison des pluies. A cette période là, la quasi-totalité des émergences est acquise et la couleur des fleurs, rose, facilite le repérage.

Les comptages ont été effectués sur un dispositif de récolte établi sur double ligne de placettes de 9 m² entre deux arbres en différenciant les zones sous et hors houppier, à raison de 20 couples d'arbres par site et par culture représentatifs des distances et de la structure des peuplements étudiés (cf. Figure 21).

FIGURE 21 : DISPOSITIF DE COMPTAGE DU STRIGA SUR LES PARCS A *FAIDHERBIA ALBIDA* DE DOSSI ET DE WATINOMA (SAISON 1993)



3.2. RESULTATS

L'ensemble des résultats est donné ici sous forme de tableaux et graphiques faisant la synthèse des améliorations enregistrées pour toutes les variables mesurées ou calculées en fonction des facteurs étudiés :

- site,
- dimension de l'arbre,
- orientation cardinale,

facteurs pour lesquels l'effet de l'arbre sur les cultures de sorgho et de maïs a été évalué à différentes distances du tronc.

Les placettes récoltées correspondantes (dispositifs 1991 à 1993) ont été l'objet de regroupements pour les analyses comparatives permettant de différencier les zones :

- sous houppier (1 ou 2 placeaux selon la dimension de l'arbre),
- en limite de houppier (1 seul placeau),
- hors houppier (1 à plusieurs placeaux, selon le dispositif de récolte).

On trouvera aux **annexes 37 à 45** les moyennes et variations calculées pour chaque ensemble de placeaux (de 3 m en 3 m) et chaque variable selon les facteurs étudiés ainsi que leur regroupement en 3 zones d'influence et leur comparaison (analyse de variance et test comparatif de Bonferroni) à partir desquels les améliorations -et parfois les diminutions- induites par l'arbre ont été observées.

3.2.1 Effet de l'arbre en fonction du site

L'effet du faidherbia sur les cultures associées a été évalué en fonction du site à Watinoma en 1990, 91 et 92 (cf. **tableau 74 et annexes 37 et 38**) et à Dossi en 1992 (cf. **tableau 75 et annexe 39**). Mais à Watinoma, les comparaisons ne sont qu'indicatives entre les sites en raison de l'échantillonnage incomplet d'une saison à l'autre (1991 et 1992) ou pour une même année d'un site à l'autre (1990), les variétés de sorgho étant en outre bien distinctes. Par contre, à Dossi, les comparaisons ont pu être établies sur une même saison entre sites pour le maïs comme pour le sorgho.

L'analyse comparative fait en premier lieu ressortir de très forts écarts entre les niveaux de production des parcs de Dossi et de Watinoma, mais aussi de fortes variations d'une année à l'autre et, pour une même saison, entre parcelles indépendamment de tout effet arbre. En ne prenant en compte que la principale variable du rendement, PGR (poids des grains) on relève globalement que :

- le sorgho atteint ses valeurs maximales et minimales à Watinoma. PGR varie ainsi de près de 200 % sur hauts de versant entre 1990 -année fortement déficitaire en pluies- et 1991. Le sorgho à Dossi se situe dans une fourchette intermédiaire de l'ordre d'une tonne/ha, proche des productions de bas de versant et bas-fonds de Watinoma. Les variations interannuelles sont sur ce dernier site moins élevées que sur hauts de versant ;

- le rendement du maïs est deux à trois fois plus élevé que celui du sorgho variant autour de 2 tonnes/ha d'une année à l'autre, certaines parcelles produisant près de 4 tonnes/ha. L'écart est considérable avec les quelques centaines de kg de sorgho des hauts de versant de Watinoma ;

- pour le sorgho comme pour le maïs, les variations d'un site à l'autre sont moins fortes à Dossi qu'à Watinoma. Pour le maïs, le facteur site est significatif¹⁰ entre le centre (2,1 t/ha) et le versant ouest du parc (2,4 t/ha). Il en va de même pour la plupart des variables pondérales : poids des épis (PEP) et des tiges (PTI) mais aussi du nombre de poquets, de tiges et d'épis (NPO, NTI, NEP). Cependant, PTI est plus élevé au centre que sur ce versant ; l'épi moyen (PME) y est plus gros comme l'est PMI (poids de 1000 grains) et le rendement au battage, excellent (90%). Pour le sorgho, de la même façon, le site de Dossi le plus humide présente les plus hautes valeurs. Les grains comme le poids moyen d'un épi y sont plus lourds que sur le versant est mais les différences ne sont pas significatives.

¹⁰ Différence très hautement significative pour un risque $\alpha = 5\%$ (Analyse de variance à 2 facteurs : site et éloignement à l'arbre)

TABEAU 74 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LE SORGHO A WATINOMA EN FONCTION DU SITE ET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE : VARIATION DU NOMBRE, POIDS ET RENDEMENT GRAINS, EPIS ET TIGES ENTRE LES ZONES SOUS, LIMITROPHE ET HORS HOUPPIER (%)

1- WATINOMA, HAUTS ET BAS DE VERSANT (SAISON 1990)

SITE	ZONES DE VARIATION	NBRE TIGES	NBRE D'EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	POIDS TOTAL	P. 1000 GRAINS	P. GRAINS /EPI	P. MOYEN / EPI	P. GRAINS P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
HAUTS DE VERSANT	SOUS/HORS	46	72	169*	43	70*	63	0	48	- 23	56	4
BAS DE VERSANT	SOUS/HORS	- 11	- 8	100*	101*	97*	99*	0	131*	128*	0	0
BORDURE DE BAS FONDS	SOUS/HORS	6	0	149*	154*	42*	68*	0	162*	167*	0	- 18

2- WATINOMA, HAUTS DE VERSANT ET DIMENSION DE L'ARBRE (SAISON 1991) :

DIM	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	P. 1000. GRAIN	P. GRAIN S/ EPI	P. MOYE N D'I EPI	P. GRAIN S P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
GRANDS ARBRES	SOUS/ HORS	28*	38*	49*	109*	95*	150*	132*	11*	51	39	8*	10*
	LIM/ HORS	15	19	24	60	56	48	51	4	30	26	4	- 4
PETITS ARBRES	SOUS/ HORS	38*	27*	52*	83*	62*	63*	63*	11*	17	5	12*	- 1
	LIM/ HORS	16*	15*	23*	85*	58*	79*	71*	10*	50*	25*	17*	4
TOUS ARBRES	SOUS/ HORS	35	43*	57*	107*	85*	146*	124*	13*	36*	22	12*	8*
	LIM/ HORS	17*	21*	27*	75*	57*	69*	65*	8*	39*	25	12*	1

3- WATINOMA, BAS DE VERSANT ET DIMENSION DE L'ARBRE (SAISON 1992) :

DIM	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	P. 1000. GRAIN	P. GRAIN S/ EPI	P. MOYE N D'I EPI	P. GRAIN S P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
GRANDS ARBRES	SOUS/ HORS	10	5	5	25*	23*	23*	21*	2	26*	24*	2	0
	LIM/ HORS	6	0	- 1	7	7	21*	14*	0	7	6	1	4
PETITS ARBRES	SOUS/ HORS	- 4	- 7	- 10	21	15	7	10*	2	34*	27*	6*	- 2
	LIM/ HORS	0	4	7	34*	28*	18	22*	3*	27*	22*	4	- 2
TOUS ARBRES	SOUS/ HORS	5	- 2	- 3	20*	18*	20*	19*	2*	28*	25*	3	1
	LIM/ HORS	3	1	2	20*	17*	20*	19*	2	16*	14*	2	1

DIM : sur hauts de versant :

- grands arbres : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m²
- petits arbres : C = 50 à 100 cm ; S = 25 à 50 m²

Sur bas de versant :

- grands arbres : C = 200 à 300 cm ; S = 150 à 200 m²
- petits arbres : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m²

* Différences significatives entre les zones sous, limitrophe et hors houppier comparées par variable et classe de dimension, avec un risque $\alpha = 5\%$

Sous : sous le houppier des arbres à 0-3 m pour les petits faidherbias et 0-6 m pour les grands

LIM : en limite du houppier, respectivement à 3-6 m et 6-9 m pour les petits et les grands faidherbias

HORS : hors houppier au delà de la zone limitrophe à 6-12 m et 9-12 m pour les petits et grands faidherbias

TABLEAU 75 : INFLUENCE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LE SORGHO ET LE MAIS A DOSSI EN FONCTION DU SITE ET DE LA DIMENSION DE L'ARBRE : VARIATION DU NOMBRE, POIDS ET RENDEMENT EN GRAINS, EPIS ET TIGES ENTRE LES ZONES SOUS, LIMITROPHE ET HORS HOUPPIER (%)

1- DOSSI, SORGHO ET DIMENSION DE L'ARBRE (SAISON 1992) :

DIM	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	P. GRAINS/ EPI	P. MOYEN D'1 EPI	P. GRAINS P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
GRANDS ARBRES	SOUS/ HORS	- 6	- 11	- 16	10	6	21*	15	28*	27*	4	5
	LIM/ HORS	- 2	- 1	- 3	14	9	12	11	12	7	5	1
PETITS ARBRES	SOUS/ HORS	- 8	- 10	- 18	2	2	4	3	24*	21*	2	1
	LIM/ HORS	- 5	- 1	- 5	18	10	8	9	24*	13	9	0
TOUS ARBRES	SOUS/ HORS	- 10*	- 10*	- 15*	10	7	12	10	31*	28*	4	2
	LIM/ HORS	- 5	- 1	0	16	10	8	9	18*	10	7*	0

2- DOSSI, SORGHO ET SITE (SAISON 1992) :

SITE	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	PGE	PME	P. GRAINS P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
2 CENTRE	SOUS/ HORS	- 4	- 11	- 17	- 2	- 1	27	15	23*	30*	- 1	- 9
	LIM/ HORS	- 2	- 1	6	16	16	20	18	15	13	2	- 15
3 VERSANT EST	SOUS/ HORS	- 8	- 7	- 10	16	10	11	11	27*	20*	5	1
	LIM/ HORS	- 3	0	0	15	7	7	7	16	5	9*	0

3- DOSSI, MAIS ET DIMENSION DE L'ARBRE (SAISON 1992) :

DIM	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	P. 1000. GRAIN	P. GRAIN S/ EPI	P. MOYE ND'1 EPI	P. GRAIN S P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
GRANDS ARBRES	SOUS/ HORS	0	- 1	5	44*	33*	28*	30*	3	40*	31*	8*	2
	LIM/ HORS	- 2	- 1	0	23*	14	12	13	2	24*	16*	8	2
PETITS ARBRES	SOUS/ HORS	3	2	5	21*	20*	13	17*	1	18*	17*	2	- 2
	LIM/ HORS	7	8	4	20*	19*	12	15	1	18*	14*	3	- 3
TOUS ARBRES	SOUS/ HORS	6	6	10*	39*	32*	22*	27*	0	30*	24*	6*	- 3
	LIM/ HORS	3	5	3	23*	17*	12	14*	1	20*	14*	5*	- 3

4- DOSSI, MAIS ET SITE (SAISON 1992) :

DIM	ZONES DE VARIATION	NBRE POQUETS	NBRE TIGES	NBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	P TOTAL	P. 1000. GRAIN	P. GRAIN S/ EPI	P. MOYE ND'1 EPI	P. GRAIN S P. EPIS	P. TIGES P. TOTAL
1 VERSANT EST	SOUS/ HORS	6	7	12*	40*	32*	22*	27*	1	25*	19*	7*	- 3
	LIM/ HORS	2	5	3	24*	16*	10	13*	2	19*	12*	6	- 3
2 CENTRE	SOUS/ HORS	3	0	3	36*	31*	22	26*	0	36*	30*	5*	- 2
	LIM/ HORS	4	3	2	21	18	15	16	0	21*	16*	3	- 2

DIM : sur hauts de versant :

- grands arbres : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m²
- petits arbres : C = 50 à 100 cm ; S = 25 à 50 m²

Sur bas de versant :

- grands arbres : C = 200 à 300 cm ; S = 150 à 200 m²
- petits arbres : C = 100 à 200 cm ; S = 50 à 150 m²

* Différences significatives entre les zones sous, limitrophe et hors houppier comparées par variable et classe de dimension, avec un risque $\alpha = 5\%$

Sous : sous le houppier des arbres à 0-3 m pour les petits faidherbias et 0-6 m pour les grands

LIM : en limite du houppier, respectivement à 3-6 m et 6-9 m pour les petits et les grands faidherbias

HORS : hors houppier au delà de la zone limitrophe à 6-12 m et 9-12 m pour les petits et grands faidherbias

La différenciation en fonction du facteur éloignement à l'arbre fait inégalement apparaître l'effet de l'arbre d'un site à l'autre (cf. graphiques 193 à 195 et 196 à 198) :

- à Watinoma, la première série de mesures (1990) montre des écarts très élevés mais pas toujours significatifs entre les zones sous et hors houppier pour les valeurs pondérales. Ceci tient à la fois à la variabilité importante enregistrée entre placettes d'un même site et à la petite taille de l'échantillon restant après de multiples biais. L'augmentation en grains est de 100 à 150 % sous le houppier des arbres, celle des tiges, varie de 50 à 100 %. Par contre, si le nombre de tiges et d'épis augmente sous le houppier des arbres de haut de versant, il tend à diminuer sur le site aval. Corrolairement, le rendement au battage est amélioré sur hauts de versant, sans l'être significativement ;

- l'évaluation des effets de l'arbre en 1991, sur hauts de versant, et en 1992, sur bas de versant, montre des améliorations comparables, la plupart des différences devenant significatives (échantillonnages beaucoup plus importants). La comparaison des valeurs sous, en limite et hors houppier ("tous arbres") révèle que les plus fortes améliorations sont le fait des variables pondérales (épis, grains, tiges). Celles-ci sont à nouveau très importantes sur le site le plus sec et le moins fertile des hauts de versant.

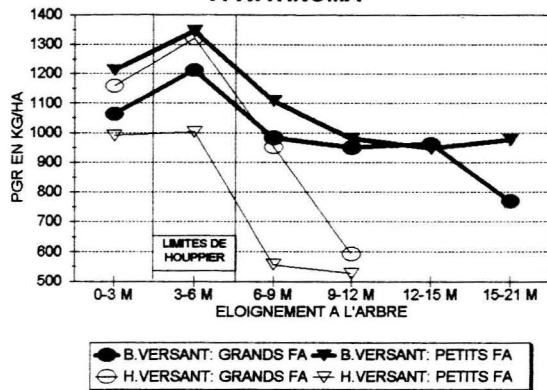
L'arbre y améliore le poids des grains et des tiges de sorgho, fortement sous le houppier (+ 100 à + 150 %) mais de façon moins marquée en limite de houppier. Le nombre de poquets, tiges et épis est également amélioré confirmant les résultats de la saison 1990. En aval, les améliorations, significatives, sont au mieux de 20 % (PGR, PEP, PTI, PTO). L'arbre n'apparaît pas exercer d'effet sur les variables NPO, NTI et NEP, ni sur le rendement au battage (RDT) ni sur le ratio P. tiges/P. total (TITO). L'effet améliorateur s'exerce de la même façon jusqu'en limite de houppier. On peut interpréter cette "extension" de l'effet par le fait que la plupart des arbres de bas de versant sont de gros individus au houppier réduit par les émondages -relativisant l'étendue de la zone "limitrophe"- ou encore y reconnaître un effet propre au site qui permet à l'arbre d'exercer une influence jusqu'en périphérie de son houppier.

- à Dossi, les effets du faidherbia sur le sorgho sont globalement peu marqués. Seuls le poids moyen d'un épi (PME) et celui des grains par épi (PGE) sont significativement améliorés sous l'arbre (+ 20 à 30 %). Les effets sont d'ailleurs comparables au centre du parc comme sur le versant est. Les nombres de poquets, tiges et épis tendent même à être inférieurs sous l'arbre. On ne peut donc ici parler d'effet véritablement améliorateur de l'arbre sur les cultures sous-jacentes ;

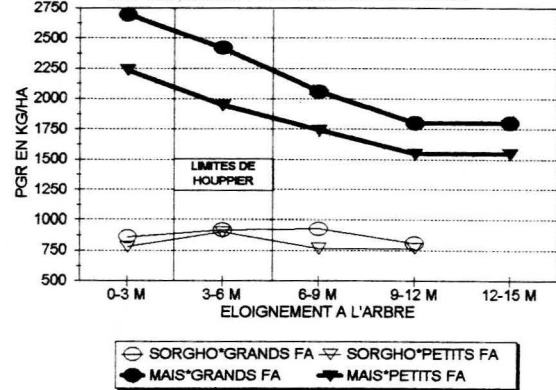
- par contre, pour le maïs uniquement mesuré à Dossi, la plupart des variables mesurées indiquent des améliorations significatives à très hautement significatives entre les zones sous et hors houppier : de 40 à 22 % pour PGR, PEP, PTO et PTI sur versant ouest. Un peu moins au centre. Les variations ne sont plus significatives entre les zones limitrophes et hors houppier. Toutefois, comme pour le sorgho, les variables PME et PGE sont améliorées (+ 20 à 30 %) jusqu'en limite du houppier.

GRAPHIQUES 193 A 200: INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LE SORGHO ET LE MAIS EN FONCTION DE LA DIMENSION DE L'ARBRE, DU SITE, A WATINOMA, ET DE LA CULTURE, A DOSSI

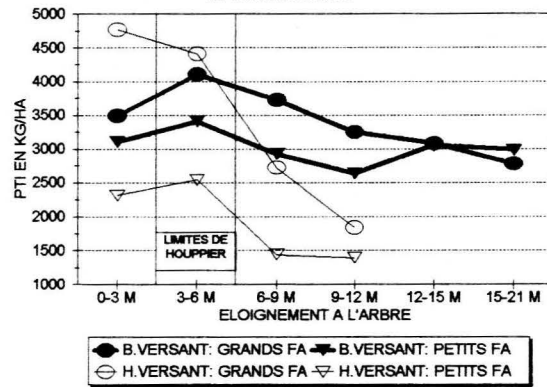
193: POIDS DES GRAINS DE SORGHO A WATINOMA



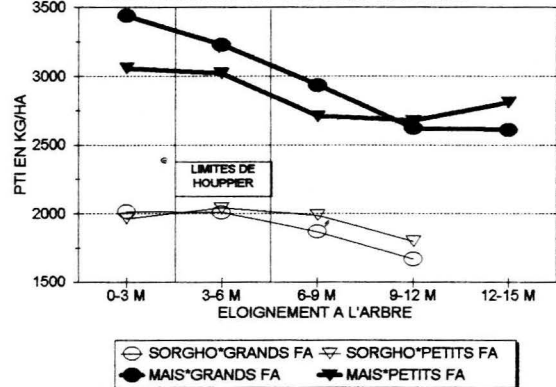
197: POIDS DES GRAINS DE SORGHO ET DE MAIS A DOSSI



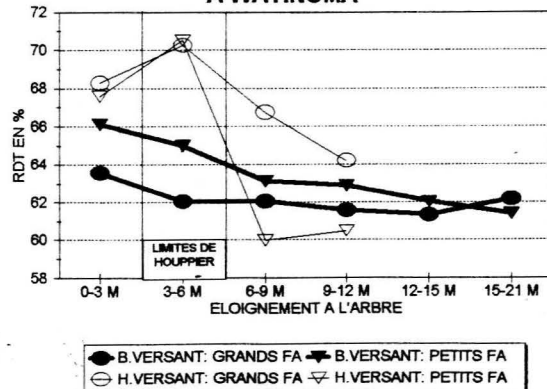
194: POIDS DES TIGES DE SORGHO A WATINOMA



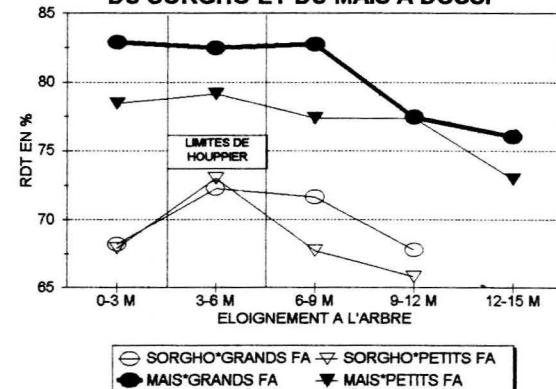
198: POIDS DES TIGES DE SORGHO ET DE MAIS A DOSSI



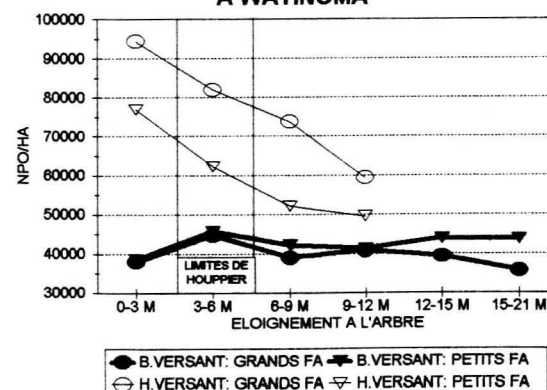
195: RENDEMENT AU BATTAGE DU SORGHO A WATINOMA



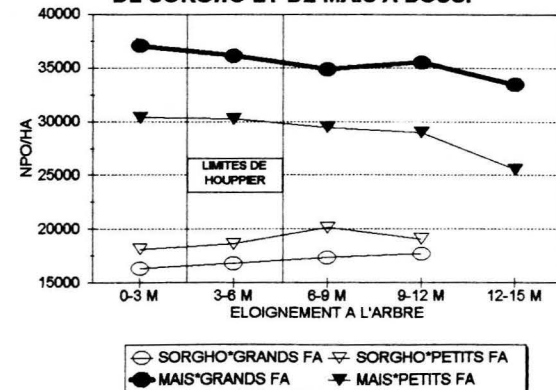
199: RENDEMENT AU BATTAGE DU SORGHO ET DU MAIS A DOSSI



196: NOMBRE D'EPIS DE SORGHO A WATINOMA



200: NOMBRE DE POQUETS DE SORGHO ET DE MAIS A DOSSI



3.2.2 Effet de la dimension de l'arbre

Sur l'ensemble des sites des parcs étudiés et pour les deux cultures récoltées, le facteur dimension de l'arbre différencie inégalement les effets bien que globalement, le poids en épis, grains et tiges soit plus élevé sous le houppier des grands arbres que sous celui des petits arbres.

A Watinoma, pour les récoltes de sorgho faites sur hauts et bas de versant (cf. **tableau 74 et annexes 37 et 42**), on observe les différences suivantes :

- sur le site des hauts de versant de Watinoma (1991) :

Presque toutes les variables se différencient significativement entre les zones d'éloignement à l'arbre. Mais pour les plus grands faidherbias, les écarts ne sont pas toujours significatifs entre les zones limitrophes et hors houppier bien que l'amélioration en grains comme en tiges soit de l'ordre de 60%. Le nombre réduit de placettes "hors houppier" en est la principale cause. Pour les variables pondérales PGR, PTI, PGE, PME, comme pour le rendement en grains, RDT, et en tiges, TITO, les valeurs du premier plateau (0-3 m) sont presque toujours inférieures à celles du suivant, sous l'arbre pour les grands faidherbias et en limite de houppier pour les plus petits alors que le nombre de poquets, de tiges et d'épis y est supérieur, décroissant progressivement du tronc de l'arbre vers l'extérieur (cf. **graphique 193**).

L'amélioration induite par l'arbre se situe donc dans une zone comprise entre le milieu de la projection au sol du houppier et sa périphérie immédiate, zone très fluctuante à Watinoma en regard des émondages (la zone de fluctuation valant la largeur d'une placette sur le rayon du houppier). Quant à la baisse de productivité observée au plus près de l'arbre elle peut être attribuée à deux facteurs, en partie liés à l'aménagement de celui-ci :

* L'effet de compétition des arbres dont la refeuillaison prolongée par les émondages en début de saison et celle reprenant en fin de saison des pluies peuvent contraindre la croissance du sorgho et, à terme, sa floraison et sa fructification. On observe d'ailleurs que la maturation des épis est toujours différée sous le houppier des arbres. Ce décalage d'une à deux semaines, voire plus sous les arbres les plus feuillés à un moment où la culture a besoin du maximum d'ensoleillement, contribue sans doute à expliquer la baisse de rendement. Les cultures sous houppier les plus éloignées du tronc recevant plus de lumière seraient quant à elles peu affectées voire occuperaient le meilleur emplacement en termes de productivité.

* le manque de soins apporté aux cultures au pied de l'arbre. Nous avons fréquemment observé que les sarclages n'y étaient pas systématiquement réalisés.

Dans tous les cas, l'effet de l'arbre sur le site le plus sec de Watinoma est très marqué : le rendement en grains s'élève de 590 kg/ha à plus de 1200 kg/ha sous les grands faidherbias et de 540 kg/ha à près de 1000 kg/ha sous les plus petits, la différence entre zones sous houppier étant presque significative ($P = 0,07$). Elle est par contre très hautement significative pour PTI et corrélativement pour PTO. Le poids des tiges produites sous le houppier des grands faidherbias est 2 fois plus élevé que sous celui des petits faidherbias

(4,6 t contre 2,3 t/ha). Le fait démontre que les plus gros arbres rassemblent les conditions optimales d'alimentation hydrique et nutritive et, vraisemblablement, celles microclimatiques pour le développement végétatif du sorgho. Ce gain pondéral qui s'oppose à la perte de rendement en grains mesurée à proximité du tronc de l'arbre paraît spécifique aux plus gros arbres. Le ratio poids des tiges/poids total, est significativement amélioré sous leur houppier ce qui n'est pas le cas pour les petits arbres.

Enfin, si le nombre d'épis (NEP) et le poids de 1000 grains (PMI) sont significativement améliorés sous le houppier des faidherbias, la différence en fonction de la dimension des arbres, elle, n'est pas significative.

- sur le site des bas de versant de Watinoma (1992) :

Les effets de l'arbre sont ici beaucoup plus atténués qu'en amont. Seuls, les grands arbres induisent des différences significatives entre zones sous et hors houppier: le poids des grains (PGR), des épis (PEP), le poids total (PTO) et le poids des grains par épi (PGE) comme le poids moyen d'un épi (PME) sont améliorés de 20 à 25 % sous l'arbre. Les effets sont encore significatifs en limite de houppier pour PTI et PTO. Pour les petits faidherbias, l'amélioration de PGR n'est significative qu'en limite de houppier. Comme cela a été observé sur hauts de versant, la zone sous houppier de ces arbres apparaît moins productrice que celle limitrophe. L'observation vaut également pour les grands arbres.

Toutefois, sur ce site aval, le rendement en épis et en grains apparaît meilleur sous les petits arbres. Cette apparente contradiction doit être relativisée par l'ensemble des valeurs observées en dehors de l'arbre : les rendements sont meilleurs sur les parcelles associées aux petits arbres. Cette variabilité des placettes "témoins", propre à l'hétérogénéité des sols et à leur aménagement, peut donc occulter des effets, voire les inverser comme cela apparaît ici, en première analyse. Par conséquent, le rendement au battage est significativement meilleur sous les petits arbres bien que l'écart avec les plus grands soit très faible (66 contre 63 %). On relève à nouveau que le poids des tiges est, sous le houppier des grands arbres, plus élevé que sous celui des petits, sans que la différence soit significative entre les arbres. Quand aux variables NPO, NTI et NEP, leurs valeurs moyennes apparaissent un peu plus élevées sous le houppier des grands arbres sans être significativement différenciées d'une zone d'éloignement à l'autre.

A Dossi, pour le sorgho, les améliorations induites par l'arbre sont médiocres, quelque soit la dimension de l'arbre. On relève d'ailleurs quelques baisses sur les variables NEP et NTI qui, sans être significatives, affectent pareillement les grands et les petits arbres : 10 à 20 % d'épis et de tiges en moins sous leur houppier. La baisse la plus sensible est enregistrée sur le plateau le plus proche du tronc (cf. tableau 75 et annexe 41). Cette baisse apparaît partiellement liée à celle du nombre de poquets, NPO.

Le poids des tiges, PTI, n'est significativement amélioré que sous les grands arbres, comme à Watinoma sur bas de versant. Mais le poids des grains, PGR ne l'est pas. Seules, les variables PGE et PME sont fortement différenciées (THS) entre les zones sous et hors houppier. L'écart important atteint près de 30 %, corrélativement à la baisse de NEP et à

l'augmentation de PGR. Il en va de même pour les petits faidherbias, mais dans de moindres proportions : + 21 à + 24 % pour PME et PGE sous leur houppier, les différences étant respectivement significatives (S) et hautement significatives (HS). Cependant, l'effet d'amélioration sur la variable PGE se prolonge jusqu'en limite de houppier pour les petits arbres. Le fait que l'amélioration ne soit pas aussi nette en limite du houppier des grands arbres résulte en partie du regroupement des placettes en zones d'éloignement à l'arbre. Celui-ci tend à associer la zone limitrophe à la zone hors houppier pour les grands arbres et à la zone sous houppier pour les plus petits (placettes limitrophes respectivement de rangs 3 et 2). L'effet est d'ailleurs perceptible sur les autres variables.

Si le poids moyen d'un épi et le poids des grains apparaissent plus élevés sous l'arbre qu'en dehors, par contre, le rendement au battage y est médiocre. Le maximum pour cette variable se situe en limite du houppier, pour les petits comme pour les grands faidherbias, et représente un gain de 15 à 20 % (cf. graphique 199).

Hormis ces variations, pour la plupart non significatives, l'ensemble des valeurs moyennes, établies en fonction de l'éloignement à l'arbre et de sa dimension, fluctue peu. Les courbes de distribution sont plus ou moins superposables (cf. graphiques 193 à 200) et, finalement, c'est à Dossi, pour la culture du sorgho que l'effet de l'arbre est le moins marqué et que l'écart entre grands et petits individus est le plus faible.

Le principal dénominateur commun avec les autres traitements est la forte variabilité qui affecte les moyennes et notamment les valeurs pondérales (CV de 30 à 50 %).

Pour le maïs récolté à Dossi, les écarts entre grands et petits faidherbias sont un peu plus marqués, bien que les différences enregistrées selon le facteur éloignement à l'arbre dépassent celles du facteur dimension de l'arbre. Les valeurs de PGR, PEP, PTI, PTD, PGE, PME et RDT augmentent relativement plus sous le houppier des grands arbres que sous celui des petits (toutes différences très hautement significatives pour les premiers, significatives à hautement significatives pour les seconds). Sous les petits faidherbias, l'amélioration de RDT et à nouveau PTI, n'est pas significative. Par contre, PGR augmente de 44 %¹¹ sous les grands faidherbias avec une amélioration de près de 10 % du rendement au battage (RDT).

Les variables NPO, NEP et NTI sont, quant à elles, indifférenciées par l'influence de l'arbre, quelque soit sa dimension. La même remarque vaut pour PMI et pour TITO : le poids absolu des tiges augmente sous les grands arbres mais le poids relatif, rapporté au poids total, ne varie pas quelque soit le facteur analysé.

Dans tous les cas, la différence entre les valeurs moyennes prises par les variables sous le houppier des grands et des petits faidherbias n'est jamais significative, à l'exception de PGE. La variabilité des observations contribue sans doute à masquer des différences statistiques encore qu'elle soit relativement moins forte qu'ailleurs. En fin de compte, à Dossi, pour le maïs comme pour le sorgho, l'effet du faidherbia est moins marqué qu'à Watinoma. Le facteur dimension de l'arbre n'y accentue guère les écarts.

¹¹ Une petite interaction, significative, apparaît entre les facteurs éloignement à l'arbre et dimension

3.2.3 Effet de l'orientation cardinale

Les résultats traitant de l'effet de l'orientation cardinale sont donnés au **tableau 76** qui résume les variations calculées pour les zones sous houppier et hors houppier sur la base des valeurs moyennes prises sur les placettes correspondantes de rang 1 à x (cf. **annexes 45 à 48**).

L'analyse de variance a été ici appliquée sur les regroupements suivants : d'une part, les placettes sous houppier, (de rangs 1 et 2, en considérant que le rang 2, limitrophe pour les petits arbres, était assimilable au rang 1, au vu des résultats précédents) et , d'autre part, le reste des placettes, hors houppier (de rang 3 ou plus, en considérant que le rang 3, limitrophe pour les grands arbres, était assimilable aux placettes de rangs suivants).

Les variations du **tableau 76** qui représentent les écarts enregistrés autour de la moyenne pour chaque traitement sont dans l'ensemble faibles et rarement significatives. Elles ne le sont que pour le cas de Watinoma sur bas de versant : le poids des épis, des grains, des tiges et le poids total sont significativement plus bas sur la partie est du houppier. Mais cette différence est également observée en dehors du houppier. En conséquence, on peut ici se demander s'il s'agit d'un effet de l'arbre qui s'étend au delà de la zone stricte du houppier (effet sous-le-vent, d'écran aux pluies obliques, comme nous l'avons discuté au chapitre précédent) ou d'un effet lié à un particularisme des arbres et des placettes échantillonnées. Car à Watinoma, et plus encore à Dossi, aucun effet ni aucune tendance bien déterminée ne donne l'avantage à l'un des points cardinaux, ne serait-ce que sous la zone circonscrite au houppier des faidherbias. L'analyse refaite en distinguant une troisième zone, limitrophe, ne fait pas plus de différence. Le sens des variations est même contradictoire. A Watinoma, sur hauts de versant, les valeurs pondérales (PGR, PEP, PTI, PTO, PGE et PME) sont de 10 à 30 % plus élevées à l'est qu'au nord. Si on se réfère à l'orientation des pluies, à dominance sud-est, on peut interpréter cette amélioration de tendance sud-est par une pluviométrie plus abondante sur le côté le plus exposé, au profit des cultures associées à l'arbre. Mais sur bas de versant, le quadrant est opposé au plus basses valeurs : le nombre de poquets, tiges et épis et les variables pondérales y sont minimales. L'écart ne dépasse cependant pas 20 % entre l'est et le nord. Quand aux autres variables, PME, PEP, P1000, RDT et TITO, les différences ne dépassent pas quelques %.

La même remarque peut être faite pour le cas du sorgho et du maïs à Dossi qui se développent aussi bien et produisent tout autant au nord, à l'ouest et au sud qu'à l'est du houppier. Les variations sont même un peu plus marquées hors houppier de l'arbre pour la variable PTI, (écart de 24 % entre le nord et l'ouest).

L'effet de faidherbia ne s'exerce donc pas distinctement en fonction de l'orientation cardinale, à Watinoma comme à Dossi, quelque soit le site et la culture associée à l'arbre.

**TABEAU 76 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR LE SORGHO ET LE MAIS A DOSSI ET A WATINOMA:
EFFET DE L'ORIENTATION CARDINALE SUR LE NOMBRE, LE POIDS ET LE RENDEMENT
EN EPIS, GRAINS ET TIGES (VARIATIONS AUTOUR DES MOYENNES CARDINALES EN %)**

1: SOUS HOUPPIER (PLACETTES DE RANG 1 ET 2):

PARC	TRAI- TEMENT	ORI	ECH	NOMBRE POQUETS	NOMBRE TIGES	NOMBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	POIDS TOTAL	P.GRAINS /EPI	P.MOY. D'1EPI	POIDS 1000G	RDT BAT.	P.TIGES/ P.TOTAL
WATINOMA	SORGHO HAUT VERSANT	N	12	-1	0	2	-14	-9	1	-2	-17	-13	-0	-2	3
		O	12	-5	-5	-6	-3	-9	-5	-6	-4	-3	-3	-1	0
		S	12	-3	-1	-2	-0	1	-2	-1	6	5	1	1	-1
		E	12	9	6	6	17	17	5	9	15	12	3	2	-2
WATINOMA	SORGHO BAS VERSANT	N	36	3	-2	-1	4	3	-3	-1	1	2	0	-0	-1
		O	36	2	3	8	7	9	10	10	2	4	1	-2	0
		S	36	5	11	7	7	6	9	8	2	-0	-1	2	1
		E	36	-9	-12	-14	-18	-18	-16	-17	-4	-5	-0	0	0
DOSSI	SORGHO	N	46	1	-0	2	-1	1	-0	-0	-1	-1	DM	2	-1
		O	46	-4	7	6	6	6	5	5	-2	-1	DM	-2	0
		S	46	-0	-1	-3	-3	-3	-0	-1	-1	-1	DM	-1	2
		E	46	3	-5	-4	-2	-3	-4	-4	4	2	DM	2	-1
DOSSI	MAIS	N	65	-1	-4	-6	-5	-5	-8	-7	-4	-4	0	-1	-1
		O	65	-0	3	1	-2	-2	7	3	-0	13	-0	-0	3
		S	65	3	3	5	9	7	2	5	5	-12	0	2	-3
		E	65	-2	-2	0	-2	-1	-0	-1	-1	3	0	-2	1

2: HORS HOUPPIER (PLACETTES DE RANG 3 ET SUIVANTES):

PARC	TRAI- TEMENT	ORI	ECH	NOMBRE POQUETS	NOMBRE TIGES	NOMBRE EPIS	POIDS GRAINS	POIDS EPIS	POIDS TIGES	POIDS TOTAL	P.GRAINS /EPI	P.MOY. D'1EPI	POIDS 1000G	RDT BAT.	P.TIGES/ P.TOTAL
WATINOMA	SORGHO HAUT VERSANT	N	12	-5	-4	2	-12	-8	-8	-8	-15	-11	-3	-4	-0
		O	12	-2	-1	-1	-5	0	0	0	-3	3	0	-4	1
		S	12	-1	4	-1	11	4	2	3	13	5	1	7	-4
		E	12	8	1	0	6	4	6	5	5	2	2	1	3
WATINOMA	SORGHO BAS VERSANT	N	62	7	5	6	3	4	-1	1	-4	-3	1	-1	-2
		O	62	1	3	-1	-6	-6	1	-1	-4	-3	-1	-1	-0
		S	62	0	3	2	10	11	14	13	9	10	-0	0	1
		E	62	-8	-11	-8	-7	-10	-14	-13	-1	-4	1	3	1
DOSSI	SORGHO	N	46	4	5	8	2	0	1	1	-6	-8	DM	1	2
		O	46	-3	-1	-1	-0	0	-3	-2	-2	1	DM	-2	-1
		S	46	0	-3	-5	-1	-2	-4	-3	7	5	DM	1	-2
		E	46	-1	-2	-1	-0	1	6	4	1	2	DM	-1	2
DOSSI	MAIS	N	65	-3	-3	-6	-8	-3	-11	-8	-2	-3	0	-3	-0
		O	65	2	3	2	4	4	13	8	3	-2	-0	1	3
		S	65	0	-1	0	2	2	-6	-3	3	6	-0	2	-4
		E	65	0	1	3	0	-3	3	2	-3	-1	0	-1	1

ORI: ORIENTATION:

N: NORD

O: OUEST

S: SUD

E: EST

ECH: ECHANTILLON

DM: DONNEES MANQUANTES

10 DIFFERENCE SIGNIFICATIVE
ENTRE N,O,S,E (P=95%)

Poids des grains, épis et poids total en kg/ha

Poids des grains/épi et poids moyen d'un épi en g

Rendement au battage et P.tiges/P.tiges en %

3.2.4 Influence du faidherbia sur *Striga hermonthica*

L'effet du faidherbia sur le striga se traduit à Dossi comme à Watinoma par une moindre densité du parasite sous le houppier de l'arbre. A Dossi, les différences ne sont significatives que pour la culture du maïs et, globalement, pour celles du sorgho et du maïs réunies. A Watinoma, elles ne le sont qu'à l'échelle des sites réunis (cf. **tableau 77**).

L'écart est particulièrement élevé pour le maïs à Dossi entre les zones sous et hors houppier (plus de 300 %), mais sans différence avec la zone limitrophe (cf. **graphique 201**)

A Watinoma, où le striga est particulièrement envahissant, notamment sur hauts de versant, on observe que le nombre de pieds de striga, augmente progressivement du tronc de l'arbre vers l'extérieur.

Dans tous les cas, les variations sont très fortes, supérieures à 100%. Cette variabilité est principalement le fait de différences entre parcelles sur lesquelles les désherbages ont été plus ou moins régulièrement faits. Les valeurs extrêmes varient de 0 pieds à plus de 100 sur placeaux de 9 m².

Ces résultats montrent que l'arbre exerce un effet limitant sur le développement du striga. Les conditions environnementales créées par le houppier des arbres (ombre en particulier) ne sont sans doute pas étrangères à l'effet. Le fait que certains arbres aient leur feuillaison prolongée par les émondages (à Watinoma) et qu'ils se refeuillett dès la fin de saison des pluies paraît lié à cet effet, *Striga hermonthica* préférant les fortes insolation.

3.3 CONCLUSION

L'effet d'amélioration du rendement des cultures par *Faidherbia albida* s'exerce principalement dans la zone circonscrite au houppier et, dans une moindre mesure, en périphérie de celui-ci sur une largeur variant autour de 3 mètres.

Ce premier résultat, global, a été acquis par plusieurs auteurs parmi lesquels CHARREAU et VIDAL (1965), LOUPPE (1988 et 1989) et SAKA *et al.* (1994) qui ont enregistré un effet améliorateur de l'arbre sur le rendement en grains du mil et du maïs.

Dans presque tous les cas étudiés, l'influence des grands faidherbias apparaît plus forte que celle des petits, en termes de gains mesurés sous les houppiers et, plus inégalement, au-delà des houppiers.

L'expérimentation confirme l'observation des exploitants interrogés sur le sujet : plus l'arbre est grand plus l'effet améliorateur sur les cultures associées est important. Les plus petits faidherbias, non testés dans nos essais, n'auraient pratiquement aucun effet. Sous les grands individus, le rendement en grains (PGR) est multiplié par 25 à 100 % selon le site, la culture et la saison. Les observations de DAKIO (1986) sur le mil et le sorgho à Gaskoy (Plateau central) vont dans ce sens.

TABEAU 77 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR STRIGA HERMONTHICA EN FONCTION DE LA CULTURE A DOSSI ET DU SITE A WATINOMA (NOMBRE DE PIEDS / HA SOUS ET HORS HOUPPIER DE L'ARBRE)

PARC	FACTEURS	N	SOUS HOUPPIER	HORS HOUPPIER	ECART (%)
DOSSI	Sorgho	326	2733 (230)	3422 (118)	25
	Maïs	362	767 ³ (317)	3322 ³ (209)	333
	Toutes cultures	588	1567 ² (291)	3411 ² (179)	118
WATINOMA	Hauts de versant	340	13256 (198)	15167 (122)	14
	Bas de versant	540	4811 (222)	6244 (171)	30
	Tous sites	880	7656 ¹ (187)	10878 ¹ (191)	42

(x) = Coefficient de variation (%)

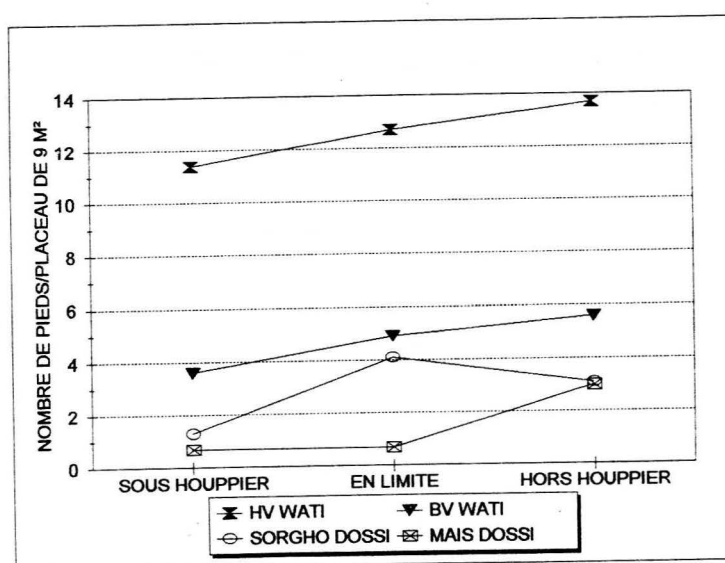
Différences calculées avec un risque $\alpha = 5\%$:

¹ Significatives

² Hautement significatives

³ Très hautement significatives

GRAPHIQUE 201 : INFLUENCE DE FAIDHERBIA ALBIDA SUR STRIGA HERMONTHICA



Mais l'influence des grands arbres s'exerce davantage sur le rendement en tiges (PTI), lequel peut être amélioré jusqu'à 150 % (la moitié pour les petits individus). Cet effet des plus grands arbres sur le développement végétatif des cultures n'est pas surprenant dans la mesure où les conditions d'éclairement, d'humidité mais également de fertilité (litières retournant au sol et fèces des animaux) lui sont favorables.

On rappellera ici que les plus gros arbres ont la feuillaison la plus intense et la plus étendue. Ils sont les plus émondés à Watinoma et leur refeuillaison, jusqu'en milieu de saison des pluies, est plus compétitive pour la lumière que celle des petits individus. Cette observation s'applique en corollaire aux effets dépressifs enregistrés sur le rendement en grains et épis au plus près de l'arbre, effets qui ne valent que pour le sorgho, à Dossi comme à Watinoma.

Une telle distribution des rendements, plus faibles à proximité du tronc qu'à mi-distance sous le houppier des arbres, a été observée au Malawi sur le maïs par SAKA et *al.* (1994) et au Burkina Faso par MAIGA (1987) sur le mil et le sorgho. Cette baisse résulte principalement de celle du nombre de poquets, de tiges et d'épis (sauf sur hauts de versant, à Watinoma). Hormis des effets possibles de compétition susceptibles de réduire les valeurs en nombre comme en poids, il est probable que les effets d'aménagement du sol et d'entretien des cultures (désherbages) contribuent à faire la différence.

Fait plus significatif, nos observations lors des semailles et des regarnissages, nous ont conduit à vérifier que les semis étaient rarement réalisés jusqu'au pied de l'arbre (les racines superficielles des plus gros individus constituant d'ailleurs une gêne à Dossi).

Mais le regroupement des placeaux en 3 zones : sous houppier, en limite et hors houppier efface cette variation au pied de l'arbre. Sur tous les sites et pour tous les arbres, on observe alors un effet de la distance à l'arbre qui va decrescendo et correspond globalement aux résultats de LOUPPE (1989). Par comparaison avec les travaux de cet auteur, l'effet des faïdherbias sur les cultures paraît moins étendu au-delà de la limite du houppier. Les améliorations qui touchent essentiellement les variables pondérales (PEP, PGR, PTI, PTO, PME, PGE), ne dépassent pas la zone limitrophe, ici comprise comme une couronne de 3 m de largeur alors que LOUPPE (*op. cit.*) enregistre des effets allant jusqu'à 2 à 3 fois le rayon du houppier des arbres.

Un tel effet aussi significatif qu'étendu, n'a été enregistré qu'à Dossi au centre du parc avec le maïs. Les conditions de mise en place des dispositifs expérimentaux et les multiples biais qui ont contraint à éliminer en particulier des rangs entiers de placettes ne nous ont pas toujours permis de préciser l'étendue des effets d'en tirer toutes les interprétations.

En zone limitrophe du houppier, les améliorations ne sont pas toutes significatives ni toujours à l'avantage des grands arbres. Si le regroupement des placettes selon la dimension des arbres a un effet plutôt majorant sur les valeurs limitrophes des petits individus, à l'inverse, il a un effet plutôt minorant sur les valeurs limitrophes des plus grands. Ceci contribue à expliquer les décalages observés et on ne peut douter que l'émondage perturbe l'évaluation des effets à ce

niveau. L'interprétation vaut pour Watinoma et surtout pour les individus de bas-fonds, les plus émondés. Une forte réduction de houppier et, par conséquent, d'une part importante de la biomasse susceptible de retourner au sol peut être à l'origine d'une baisse relative de rendement.

Dans tous les cas, cette zone limitrophe, particulièrement fluctuante pour les grands arbres émondés, porte la marque de variations importantes à Watinoma. Par contre, à Dossi, où les arbres échantillonnés n'ont pas été émondés, les améliorations en grains (PGR) sont significatives ou du moins ne sont pas inférieures à celles des plus petits arbres sur cette zone limitrophe au houppier.

Finalement, l'analyse comparative des rendements, par rangs de placeaux, de 3 m en 3 m (cf. annexes 38, 41 et 42), montre que les maxima se situent le plus fréquemment en "limite intérieure" de houppier, dans la zone d'influence directe de l'arbre qui bénéficie des meilleures conditions d'éclairement. Cet aspect est essentiel surtout à Watinoma où la refeuillaison des arbres est très tôt déclenchée à un moment où les céréales, en maturation, ont besoin du maximum d'ensoleillement. Le remplissage des grains peut être d'autant plus critique que la variété est à cycle long. C'est le cas du sorgho de bas-fonds à Watinoma où le temps de maturation est visiblement plus long sous l'arbre (cf. Photographie 33).

En ce qui concerne les autres variables, le poids moyen d'un épi et celui de ses grains (PME, PGE) sont presque toujours fortement influencés par l'arbre, soit à cause de l'amélioration globale en grains ou en épis, soit de façon liée à une baisse du nombre d'épis sous l'arbre. C'est le cas le plus fréquent sur le terroir de Watinoma aux conditions environnementales les plus limitantes (erratisme des pluies, dessèchements en amont mais aussi inondations en aval).

Sur ce point relatif aux conditions de site et de saison, l'effet du faidherbia est tout à fait remarquable sur les sites les plus secs et en régime pluviométrique déficitaire. Il permet de maintenir un niveau de productivité qui, à défaut de ne pas être élevé, n'est pas nul ou presque, comme ce fut le cas à Watinoma, en 1990 sur hauts de versant pour les surfaces non soumises à l'effet du houppier des faidherbias. Nos résultats ne permettent pas toutes les comparaisons interannuelles mais ils montrent clairement pour cette saison 1990, l'importance des écarts induits par l'arbre (près de 300 % pour le rendement en grains). En aval, l'effet améliorateur de l'arbre est moins important (cas de la saison 1992) mais il reste très variable selon l'année (cas de 1990, comparable à 1991). Cette variation peut être en partie due au dispositif expérimental et à l'échantillonnage différant d'une année à l'autre. Il est improbable, comme le fait remarquer LAIGNEAU (1996), que les placettes circulaires délimitées sous houppier surestiment l'effet de l'arbre dans la mesure où la zone la plus proche du tronc est, nous l'avons vu, moins productive que celle qui la suit. Par contre, il est très probable que les hétérogénéités de terrain, le niveau d'amendement (sur hauts de versant) et, plus généralement, la gestion des sols concourent à créer beaucoup de variabilité malgré toutes les précautions prises lors de l'identification d'échantillons aussi homogènes que possibles. La somme de ces conditions, propres au milieu réel et en partie liées à l'expérimentation elle-même rendent délicates les comparaisons avec d'autres résultats. Mais ceux issus des travaux de LOUPPE (op-cit), de DANCETTE et POULAIN (1968) et du

GERES (1965) recoupe les nôtres, à savoir que l'effet de *Faidherbia* est plus important sur les sols les moins fertiles ou les moins amendés. En y incorporant le facteur saison, l'espèce serait particulièrement performante sur les sols les plus pauvres lors des années marquées par la sécheresse. C'est le cas des parcs des hauts et moyens versants où, globalement, les apports de fumure étant insuffisants et irréguliers, *Faidherbia albida* permet de limiter les risques de déficit vivrier, ce dont sont bien conscients les exploitants de Watinoma (DEPOMMIER, 1996). C'est moins vrai en aval où, seul, le bas de versant (à la différence des bas-fonds inondables) est véritablement affecté par la sécheresse, cette vulnérabilité assure à l'espèce tout son intérêt.

C'est en fin de compte sur le parc de Dossi, aux sols naturellement les plus fertiles et recevant les pluies les plus abondantes et régulières, que l'effet améliorateur de l'arbre est le plus "discret". On observe, à nouveau, un gradient entre les sites et des différences entre les cultures : au centre, sur les meilleurs sols, bruns eutrophes, les plus amendés et comptant les plus gros *Faidherbia*, les rendements du sorgho ne varient pratiquement pas entre les zones sous et hors houppier. Mais la différence est importante pour le maïs, plus sensible que le sorgho aux effets de fertilité induits par l'arbre et le bétail. L'effet du *Faidherbia* est consolidé sur les versants : à l'est, sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés, poids, grains et tiges du sorgho sont améliorés sous le houppier des arbres, à l'ouest, le maïs bénéficie jusqu'en limite de houppier d'améliorations significatives des grains, épis et tiges qui ne le sont pas au centre.

Les différences très faibles entre sites confirment le caractère d'homogénéité du parc de Dossi.

Le *Faidherbia*, par son étendue et son égale distribution spatiale, mais aussi par la dimension et la densité de ses individus se différencie fortement du caractère de discontinuité et de dispersion des peuplements de Watinoma.

Cette continuité du peuplement de Dossi correspond tout à fait à "l'effet parc" mentionné par LIBERT (1990) par opposition (ou superposition) à un "effet arbre" qui résumerait assez bien la situation à Watinoma. Dans le premier cas, le parc par son homogénéité constitue un bloc où les effets individuels des arbres sont occultés ou réduits par les effets du peuplement (effets brise-vent, microclimatiques...). Les espaces inter-couronnes bénéficient sans doute d'une redistribution partielle des litières feuillées des arbres (en outre non émondés) alors qu'à Watinoma les individus les plus grands -généralement les plus dispersés- sont les plus attrayants pour le bétail (fourrage, ombre, fumure), ce qui renforce donc la différenciation des effets entre les zones sous et hors houppier.

Quant à l'analyse des effets combinés de l'orientation cardinale et de l'éloignement à l'arbre, elle n'a pas permis de distinguer un côté meilleur que l'autre "sous" et "en limite" de houppier. Les améliorations sont contradictoires d'un site à l'autre comme d'une culture à l'autre. Aucune interprétation n'a pu être vraiment établie entre certaines tendances observées et la dissymétrie de l'arbre. Les effets "sous-le-vent" et "au vent" définis par DANCETTE et POULAIN (1968), et la référence qu'ils font aux pluies obliques favorisant au voisinage de l'arbre les orientations est et nord-est n'ont pu être vérifiées.

Ces résultats ne préjugent pas d'un possible effet dont les conditions d'évaluation devraient être fixées avec plus de précision, assorties d'un suivi et des observations nécessaires à l'interprétation.

Enfin, pour le striga, moins envahissant sous l'arbre qu'en dehors de son houppier, l'effet est tout à fait intéressant en raison des dégâts considérables occasionnés par cette plante parasite. Il fait ressortir un effet favorable et inattendu de l'émondage sur le développement du striga, contraint par l'ombre des faidherbias se refeillant en début de saison des pluies.

CHAPITRE 4 : EMONDAGE, PRODUCTIONS EN FEUILLES, FRUITS ET BOIS

4.1. SUIVI DE L'EMONDAGE DE FAIDHERBIA ALBIDA

4.1.1. Dispositif de suivi

A la suite des enquêtes réalisées auprès des agriculteurs et des éleveurs sur les pratiques d'émondage et d'affouragement de leurs troupeaux, un suivi de l'émondage de *Faidherbia albida* a été mis en place à Dossi et à Watinoma.

Afin d'évaluer l'étendue et les modalités d'application de l'émondage des arbres, le suivi a été organisé comme suit sur chaque parc :

- durant trois saisons sèches à Watinoma, sur la quasi-totalité de l'effectif des peuplements de hauts et de bas de versant ($n = 260$), respectivement sur sols superficiels ferrugineux tropicaux lessivés et sur sols profonds hydromorphes. Des relevés ont été effectués entre le début et la fin de chaque saison, trois fois en 1992 et 1993 et deux fois en 1994 ;

- durant une saison sèche à Dossi, sur un quart de l'effectif total ($n = 710$), constituant un échantillon représentatif de la structure des populations des trois principales unités morphopédologiques du parc : dans la partie centrale du parc aux sols bruns eutrophes plus ou moins hydromorphes et, de part et d'autre de celle-ci, sur les versants aux sols peu profonds, brun-eutrophes colluviaux à l'ouest et ferrugineux tropicaux lessivés à l'est.

Pour le cas de Watinoma, les enquêtes ayant montré que l'émondage pouvait être répété plusieurs fois au cours d'une même saison où se chevauchaient alors des coupes et des repousses d'intensité inégale, on a fixé ces observations à l'aide de clichés photographiques. Tous les individus ont été systématiquement photographiés à chaque passage dans le même plan (plein nord). Par la comparaison de deux clichés successifs, une information précise sur les prélèvements effectués a pu être enregistrée.

Pour ce faire, nous avons défini la cotation suivante portant sur :

. l'intensité d'émondage :

- 1 : nulle (pas d'émondage)
- 2 : très faible à faible (1 à 25 % du houppier)
- 3 : modérée (25 à 50 %)
- 4 : forte (50 à 75 %)
- 5 : très forte à totale (75 à 100 %)

. la partie du houppier émondée :

- 1 : aucune (pas d'émondage)
- 2 : branches basses
- 3 : branches hautes
- 4 : inégalement prélevée
- 5 : tout le houppier

Cette cotation a été appliquée à tous les peuplements étudiés afin de pouvoir quantifier et comparer la pratique de l'émondage entre parcs, sites et peuplements, mais aussi d'une saison à l'autre et, pour le cas de Watinoma, afin de déterminer l'effet de l'émondage sur le développement des arbres et la dynamique des peuplements.

A Dossi, les arbres étant en nombre et en intensité peu émondés, le suivi n'a été appliqué qu'une fois, entre le milieu et la fin de la saison sèche, aucun émondage n'intervenant avant cette période. Néanmoins, l'évaluation a été faite au cours de deux saisons successives, en 1993 et 1994.

4.1.2. Modes et intensité des pratiques

Ainsi qu'il ressort du **tableau 78**, l'émondage n'affecte pas de la même façon, ni en nombre ni en intensité, les faidherbias de Dossi et de Watinoma.

A Watinoma, plus de 50 % des individus sont émondés chaque année contre 25 à 30 % à Dossi. L'analyse de l'intensité de l'émondage consolide l'écart entre les parcs :

- neuf arbres sur dix émondés le sont faiblement à Dossi, un arbre sur ces dix-là l'est fortement et rarement. A l'observation, ce ne sont souvent que quelques branches que les bouviers font tomber à l'aide de très longues perches de bambou munies d'un crochet en fer. Ce mode d'ébranchage, discret, affecte peu l'architecture du houppier des arbres¹² ;
- la situation inverse prévaut à Watinoma où l'émondage des faidherbias varie de modéré à très fort. De plus, la fréquence des émondages y est beaucoup plus forte : la moitié des arbres émondés le sont deux, et parfois trois fois dans la saison, ce qui n'arrive jamais à Dossi. L'émondage est fait à la machette qui permet de faire tomber de grosses branches.

4.1.3. Partie du houppier émondée et accessibilité

La partie du houppier émondée est liée à l'intensité et à la dimension de l'arbre. Les émondages les plus forts affectent les plus grands arbres. Mais l'émondage des plus grands arbres concerne généralement les branches basses alors que les arbres moyens ou les plus petits ont la partie haute plus fréquemment émondée, pour des raisons évidemment liées à l'accessibilité. Celle-ci est facilitée pour les arbres les plus hauts par des encoches faites le long du tronc qui permettent d'accéder au houppier. A Watinoma, près de la moitié des faidherbias de bas-fonds et plus d'un quart sur les hauts de versant sont ainsi aménagés par les exploitants.

¹² Il est cependant surprenant de constater qu'en crochetage bien appliqué peut désarticuler d'assez grosses branches au niveau des points de rupture (fourches) ; le bois est donc assez cassant.

TABEAU 78 : TAUX D'EMONDAGE, INTENSITE ET PARTIE EMONDEE DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES PARCS DE DOSSI ET DE WATINOMA

TERROIR	SITES	ECHAN- TILLON	TAUX D'EMON- DAGE (%) ⁽¹⁾	INTENSITÉ DE L'ÉMONDAGE (%) ⁽⁴⁾							PARTIE EMONDEE (%) ⁽⁵⁾			
				Faible	Modérée	Forte	Très forte	Nombre de fois/saison (%)			Bas	Haut	Inégal	Tout
								1	2	3				
DOSSI ⁽²⁾	Versant ouest	250	27	87	11	2	0	100	0	3	62	30	7	1
	Centre (village)	278	32	84	11	2	3	100	0	0	56	29	12	3
	Versant est	192	22	92	2	6	0	100	0	0	66	20	9	5
	Tous sites	720	27,5	87	9	3	1	100	0	0	60	27	11	2
WATI- NOMA ⁽²⁾	Hauts de versant (village)	115	42	39	29	17	15	61	36	3	29	31	24	16
	Bas-fonds et bas de versant	145	60	40	27	20	13	47	50	3	35	22	24	19
	Tous sites	260	52	39	28	19	14	52	45	3	33	25	24	18

(1) = Données des saisons sèches 92-93 et 93-94, résumées en valeurs moyennes.

(2) = Données des saisons sèches 91-92 et 92-93, 93-94 résumées en valeurs moyennes.

(3) = Nombre de faidherbias émondés/nombre total de faidherbias.

(4) = Intensité : faible (< 25 % houppier) ; modérée (25-50 %) ; forte (50-75 %) ; très forte (75-100 %).

(5) = Partie émondée : tout = totalité du houppier ; inégal = prélèvements inégalement distribués dans le houppier.

Par ailleurs, les Peuls utilisent des échelles traditionnelles pour grimper aux arbres les plus hauts. A Dossi, rares sont les arbres marqués d'encoches, ce qui confirme la faible intensité de l'émondage et la faible présence des Peuls sur le parc.

4.1.4. Variation du taux d'émondage en fonction du site

Sur les deux terroirs, le taux d'émondage apparaît plus élevé sur les sites les plus proches du lieu de résidence des exploitants et de leur bétail (cf. **tableau 78**) :

- à Dossi, l'émondage est fréquent dans la partie centrale du parc et à la périphérie du village. Mais la plus faible accessibilité des collines qui dominent le village ("parc perché") réduit à 12 % le taux d'émondage. Il en va de même sur les plus hautes pentes du versant est ;
- à Watinoma, 60 % des faidherbias de bas de versant et de bas-fonds, à quelques kilomètres du village, sont émondés contre 42 % sur les hauts de versant. Cette différence est essentiellement liée à la présence des Peuls qui résident en bordure de bas-fonds. Ils y sont les principaux exploitants des arbres et la pression d'émondage qu'ils exercent pour nourrir les troupeaux y est forte, renforçant localement celle qui est le fait des agriculteurs. Ces derniers concentrent leurs émondages sur les peuplements les plus proches du village et des enclos à bétail.

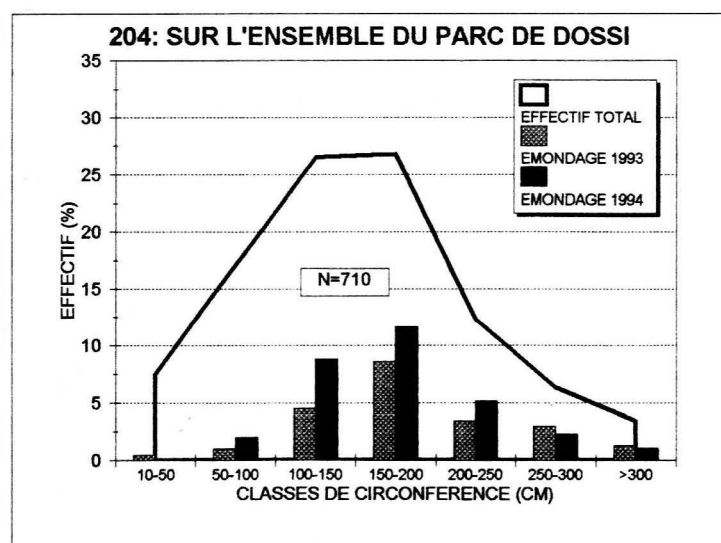
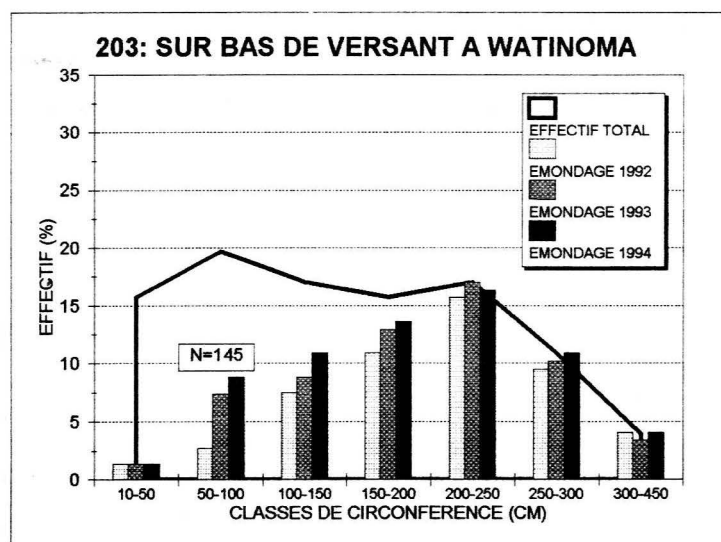
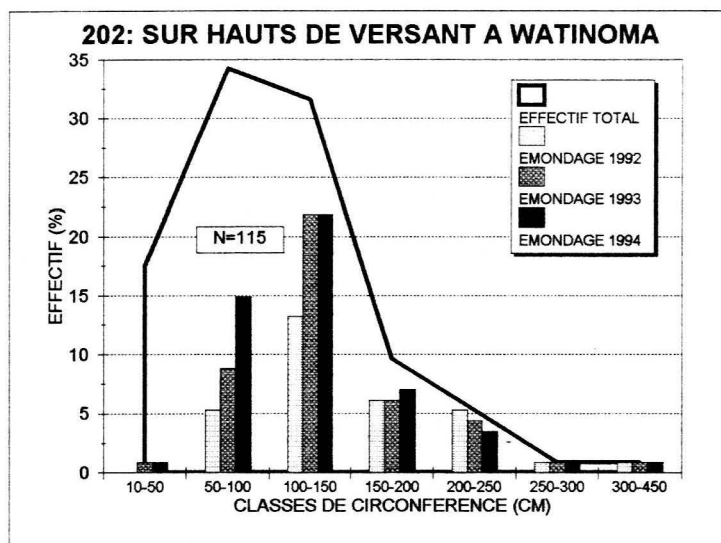
4.1.5. L'émondage et la dimension de l'arbre

Comme il ressort de l'enquête réalisée auprès des Peuls de Watinoma, ce sont majoritairement les faidherbias adultes qui sont émondés, les plus gros l'étant presque tous.

A Watinoma comme à Dossi et quel que soit le site, les faidherbias les plus petits, de circonférence < 50 cm, sont très peu affectés par l'émondage mais la classe supérieure, 50-100 cm, contribue déjà pour une grande part aux prélèvements, bien que les houppiers de ces individus encore jeunes soient de faible dimension.

A Watinoma, sur les hauts de versant, c'est la classe 100-150 cm, la mieux représentée, qui fournit le plus d'émondages. Sur les bas-fonds et les bas de versant, c'est la classe 200-250 cm qui contribue le plus à l'émondage. Sur les deux sites, tous les gros arbres ou presque sont émondés (cf. **graphiques 202 et 203**). En fin de compte, si on exclut les plus petits arbres dont la biomasse feuillée est très faible, l'émondage touche à chaque saison 70 à 80 % de l'effectif "émondable".

GRAPHIQUES 202 A 204: EMONDAGE DE FAIDHERBIA ALBIDA SELON LE SITE, L'ANNEE ET LA DIMENSION DE L'ARBRE A WATINOMA ET A DOSSI



A Dossi où la pression d'émondage est moins forte, la distribution des arbres émondés par classe de circonférence est plus équilibrée mais les plus gros arbres y sont aussi proportionnellement plus affectés (cf. graphique 204).

4.1.6. Fréquence et distribution de l'émondage au cours du temps

La fréquence d'émondage est à Dossi très faible. D'une façon générale, la production feuillée des faidherbias dépasse largement les besoins fourragers de sorte que rares sont les arbres émondés plusieurs fois.

A Watinoma, après trois saisons sèches, il ressort que 50 % des arbres de bas-fonds ont été émondés quatre à sept fois contre 25 % seulement pour le peuplement amont. La différence témoigne de l'intensité de l'émondage sur les sites où résident les Peuls. Par ailleurs, à l'échelle des trois années consécutives de suivi de l'émondage, on a enregistré une augmentation du taux d'émondage et de son intensité d'environ 35 %.

Quelle que soit la saison, c'est toujours entre le milieu et la fin de la saison sèche, en mars-avril, que l'émondage est appliqué sur le plus grand nombre d'arbres et avec le plus d'intensité. Cette pratique correspond à la période d'affouragement la plus nécessaire, identifiée par l'enquête faite auprès des Peuls (cf. graphique 205).

L'émondage est pratiqué jusqu'aux premières pluies et les animaux parcourent le parc à faidherbia tant que les semis des cultures n'ont pas été réalisés. Si le début de la saison agricole est retardé, la période d'émondage peut être prolongée d'un mois jusqu'à la fin juin comme ce fut le cas en 1993. Inversement, elle peut être écourtée à début mai lors de pluies hâtives, comme en 1994.

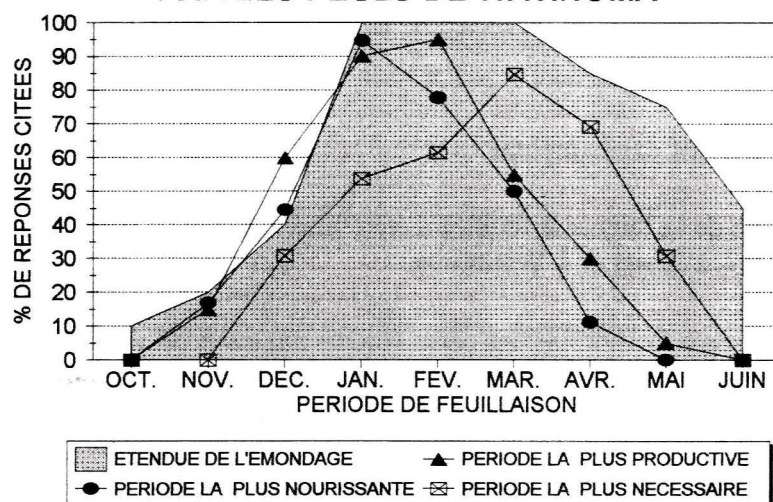
Si les années sont déficitaires en sous-produits agricoles pour le bétail ou que la sécheresse ruine la production herbacée des pâturages, les faidherbias seront exploitées tôt dans la saison, avec plus d'excès qu'habituellement.

En temps ordinaire, la plupart des arbres adultes ayant été émondés une première fois en février-mars, le bétail est en fin de saison sèche affouragé sur leurs repousses particulièrement appétées et d'une valeur nutritive élevée. Quant aux faidherbias non émondés dans la saison, ils portent de vieilles feuilles dont les folioles chutent souvent avant les premières pluies. Ils ne présentent alors plus guère d'intérêt fourrager¹³.

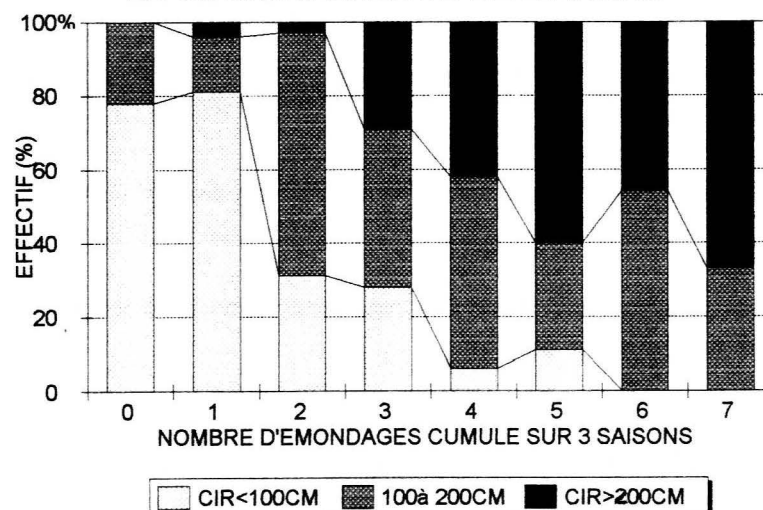
Enfin, sur les trois saisons sèches suivies à Watinoma, la fréquence de l'émondage apparaît bien corrélée à la dimension de l'arbre : plus l'arbre est gros, plus il est soumis à un nombre élevé de prélèvements : en moyenne deux fois par saison pour les individus de circonférence > 200 cm (cf. graphique 206). Il est clair que les plus gros arbres, plus abondants en bordure de bas-fonds qu'ailleurs, fournissent les biomasses les plus importantes non seulement à la première coupe, mais aussi au rabattage des repousses dans la saison. Ainsi, un gros individu de 300 m² de houppier permettrait-il, d'après les Peuls interrogés, de nourrir pendant 10 jours, selon les uns, 12 à 15 vaches ou encore, pour d'autres, 35 à 40 chèvres ou

¹³Toutefois, les petits ruminants, les chèvres en particulier, ne négligent ni les feuilles mortes du faidherbia, ni celles d'autres espèces.

GRAPHIQUE 205: EVALUATION DES PERIODES D'EMONDAGE DE FAIDHERBIA ALBIDA PAR LES PEULS DE WATINOMA



GRAPHIQUE 206: FREQUENCE DE L'EMONDAGE DE FAIDHERBIA ALBIDA EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE DE L'ARBRE



moutons (cf. **photographie 43**). Mais quelque soit l'abondance des prélèvements, *Faidherbia albida* représente une complémentation fourragère. Il ne constitue jamais l'aliment unique du bétail même s'il peut représenter une part majeure de la ration alimentaire à certaines périodes de l'année.

A Dossi, d'une année à l'autre, la pression d'émondage a peu changé. Le taux qui est passé de 25 à 30 % reste faible et toujours très modéré en termes d'intensité.

4.2. EVALUATION DE LA BIOMASSE FEUILLEE ET REPOSE DE L'ARBRE A L'EMONDAGE TOTAL

4.2.1. Dispositif expérimental

L'évaluation de la biomasse feuillée a été réalisée par un essai d'émondage total, répété à un an d'intervalle, à Dossi et à Watinoma.

Pour cela, trente faidherbias des parcs étudiés ont été préalablement identifiés pour leur bon état sanitaire, leur dispersion régulière, représentative des peuplements, et l'état de leur houppier, pas ou peu affecté par des émondages récents.

L'échantillonnage a été structuré à trois niveaux :

- stations de Dossi et de Watinoma,
- sites de haut et de bas de versant et bas-fonds,
- petits et grands individus répartis en deux classes de circonférence :
 - . 50-150 cm,
 - . 150-250 cm.

L'émondage revêtant une importance particulière à Watinoma, vingt arbres y ont été retenus contre dix à Dossi.

Les émondages ont été réalisés entre le milieu et la fin de la saison sèche, en mars 1993 et 1994, à une période où les arbres sont encore bien feuillés et sont déjà fortement émondés.

La coupe des branches a été faite à la machette, dans les houppiers, comme le font les exploitants pour affourager leur bétail.

Au sol, les rameaux feuillés ont été débités au sécateur et mis en sac ouverts afin d'être séchés à la température ambiante (40° C). Ultérieurement, les sacs fermés ont été battus afin de séparer les feuilles des tiges épineuses et chaque partie a été pesée. Le poids sec de la biomasse feuillée de chaque arbre a été augmenté de 5 % pour pertes estimées à la récolte et au battage des rameaux feuillés.

On a donc évalué, à la première coupe, la biomasse supposée être produite au cours de la saison sèche 1993-1994 et, à la seconde coupe, la biomasse feuillée produite en un an, entre les deux coupes.

Au second émondage, constitué des repousses d'un an du premier émondage, on a mesuré la longueur et la circonférence à la base de dix rejets par arbre, pris aléatoirement, afin d'évaluer la vigueur à rejeter des arbres et à reconstituer leur houppier en fonction du site et de la circonférence des individus.

4.2.2. Variabilité des productions feuillées

L'émondage total réalisé au cours des saisons sèches 1993 et 1994, à un an d'intervalle, montre que la biomasse sèche prélevée varie de 3 à 22 kg pour les petits arbres (50 à 150 cm de circonférence) et de 15 à 40 kg pour les plus grands (150 à 250 cm). Des variations importantes ressortent d'une station à l'autre, alors que les écarts sont relativement faibles pour les valeurs moyennes entre sites d'une même station (cf. **tableau 79**).

Watinoma présente globalement des valeurs plus élevées que Dossi. La différence tient largement au fait que les arbres de Watinoma ont des houppiers plus larges que ceux de Dossi, dont les circonférences sont cependant équivalentes. L'écart qui est plus grand au second émondage n'est cependant pas significatif en raison de fortes variabilités observées entre individus de mêmes classes de circonférence. Les arbres de Watinoma, aux productions équivalentes sur les hauts et bas de versant, ont presque tous bien répondu au second émondage total fournissant, pour la plupart des arbres, une biomasse feuillée sensiblement supérieure ou au moins équivalente à celle de l'émondage précédent (cf. **graphiques 207 et 208**). A Dossi, au second émondage, la plupart des productions feuillées ont chuté de 20 à 40 % (cf. **graphique 209**). De plus, l'un des arbres est mort entre les deux émondages.

Une grande part de la variabilité apparaît directement liée à la dimension du houppier (projection au sol de sa surface). C'est ce qui ressort des régressions simples ou multiples mettant en relation par une double transformation logarithmique les variables poids sec des feuilles (PSF) en fonction de la circonférence (CIR) et/ou de la surface du houppier (SUR) (cf. **tableau 80**).

A Watinoma, toutes les régressions, très hautement significatives, sont bien déterminées ($R^2 = 0,89$ à $0,97$). Elles le sont moins bien à Dossi où, selon l'année, 60 à 80 % de la variabilité n'est significativement expliquée que par la seule surface du houppier. Il en va de même des arbres de bas de versant de Watinoma où la circonférence, lorsqu'elle est associée à la surface du houppier, n'apparaît pas significativement contribuer à la variabilité de la relation prédictive de la biomasse feuillée. Mais la circonférence est une variable explicative et significative de la biomasse feuillée par une régression simple. L'analyse montre d'ailleurs que la corrélation entre la circonférence et la surface du houppier est dans ce cas médiocre. La tendance est générale à Dossi et sur les bas de versant de Watinoma où, quel que soit le site ou l'année, la prédiction de la biomasse feuillée par la surface du houppier est meilleure que celle déterminée par la seule circonférence.

TABEAU 79 : EMONDAGE TOTAL DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A DOSSI ET A WATINOMA : VALEURS MOYENNES DE LA BIOMASSE FEUILLEE INITIALE DE 1993 ET DE CELLE RECONSTITUEE APRES COUPE EN UNE ANNEE (1994), EN FONCTION DES DIFFERENTS SITES D'ETUDE ET DE LA DIMENSION DES ARBRES

PARC	SITE	ECH.	CLA.	SUR 93 (m ²)	PSF 93 (kg)	PSF/SUR 93 (g/m ²)	SUR 94 (m ²)	PSF 94 (kg)	PSF/SUR 94 (g/m ²)	CROISSANCE DES REJETS ENTRE LES 2 COUPES	
										LONG.	CIRC.
WATINOMA	Hauts de versant	5	1	56 ± 21	8 ± 4	134 ± 16	51 ± 20	10 ± 5	215 ± 47	191 ± 14	9,5 ± 1
		5	2	135 ± 71	38 ± 13	320 ± 93	103 ± 42	37 ± 11	380 ± 81	216 ± 24	10,5 ± 1
		10	1+2	95 ± 66	23 ± 18	227 ± 114	77 ± 42	23,5 ± 15	297 ± 106	204 ± 23	10 ± 1
	Bas de versant et bas-fonds	5	1	44 ± 17	9 ± 4	189 ± 35	41 ± 26	11,5 ± 7	285 ± 79	196 ± 33	10,5 ± 2
		5	2	222 ± 40	39 ± 10	177 ± 29	143 ± 27	46 ± 14	314 ± 56	230 ± 57	12,5 ± 3
		10	1+2	133 ± 94	24 ± 17	183 ± 33	92 ± 56	28,5 ± 20	300 ± 70	213 ± 60	11,5 ± 3
	Tous sites	20	1+2	114 ± 83	23,5 ± 17	205 ± 87	85 ± 51	26 ± 18	299 ± 90	209 ± 39	11 ± 2
DOSSI	Dépression périphérique	5	1+2	71 ± 32	18,7 ± 4	318 ± 123	64 ± 21	16,4 ± 2	287 ± 108	207 ± 38	4,5 ± 1
	Versant ouest	5	1+2	80 ± 48	20,6 ± 6	319 ± 117	78 ± 55	15,4 ± 5	264 ± 100	257 ± 68	5 ± 1
	Tous sites	5	1	39 ± 11	15,9 ± 4	424 ± 78	39 ± 11	13,6 ± 3	354 ± 87	249 ± 63	5 ± 1
		5	2	112 ± 25	23,4 ± 4	213 ± 22	113 ± 33	19 ± 4	182 ± 39	218 ± 56	4,5 ± 1
		10	1+2	75 ± 41	19,7 ± 5	318 ± 119	72 ± 44	15,8 ± 4	278 ± 111	235 ± 62	5 ± 71

ECH. = Nombre d'arbres échantillonnés.

CLA. = Classe de circonférence à 1,30 m ; 1 = 50 à 150 cm et 2 = 150 à 250 cm.

SUR. = Projection au sol de la surface du houppier en m² = $\prod \frac{D1.D2}{4}$; D1 et D2 = diamètres N-S et E-O du houppier, mesurés avant coupe.

PSF. = Poids sec des feuilles, sans les tiges et rameaux (poids moyen récolté par arbre).

PSF/SUR = Poids sec des feuilles rapporté à la projection au sol de la surface du houppier

LONG. et CIRC. = Longueur et circonférence à la base des rejets d'un an, en cm (moyennes des arbres échantillonnées à raison de 10 rejets par arbre).

± = Ecart-type à la moyenne.

TABEAU 80 : EQUATIONS DE REGRESSION DU POIDS SEC DES FEUILLES EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE DU TRONC ET DE LA SURFACE DU HOUPPIER DE *FAIDHERBIA ALBIDA* A WATINOMA ET A DOSSI (ESSAI D'EMONDAGE TOTAL DE 1993 ET 1994)

PARC	SITE	AN	ECH	EQUATIONS DE REGRESSION ⁽¹⁾	R ²	INTERVALLES DE CONFIANCE			P ⁽³⁾
WATINOMA	Haut de versant	1993	10	Log PSF = 1,75 Log CIR + 0,56 Log SUR - 3,6	0,94	a = 1,75 ± 0,98	b = 0,56 ± 0,54	c = 3,6 ± 1,4	THS
		1994	10	Log PSF = 1,5 Log CIR - 0,65 Log SUR - 3,1	0,97	a = 1,5 ± 0,50	b = 0,65 ± 0,34	c = 3,1 ± 0,8	THS
	Bas de versant	1993	10	Log PSF = 0,99 Log SUR - 0,7	0,97	b = 0,99 ± 0,15	c = 0,7 ± 0,3		THS
		1994	10	Log PSF = 1,07 Log SUR - 0,7	0,94	b = 1,07 ± 0,22	c = 0,7 ± 0,4		THS
	Tous sites ⁽²⁾	1993	20	Log PSF = 0,88 Log CIR + 0,69 Log SUR - 2	0,89	a = 0,88 ± 0,74	b = 0,69 ± 0,38	c = 2 ± 1	THS
		1994	20	Log PSF = 1,02 Log CIR + 0,65 Log SUR - 2,1	0,92	a = 1,02 ± 0,54	b = 0,65 ± 0,31	c = 2,1 ± 0,6	THS
DOSSI	Tous sites ⁽²⁾	1993	10	Log PSF = 0,43 Log SUR + 0,51	0,79	b = 0,43 ± 0,18	c = 0,51 ± 0,33		THS
		1994	9	Log PSF = 0,37 Log SUR + 0,53	0,60	b = 0,37 ± 0,27	c = 0,53 ± 0,49		HS

AN = Année d'émondage, réalisé entre le milieu et la fin des saisons sèches 93 et 94 à un an d'intervalle.

ECH = Nombre d'arbres échantillonnés

PSF = Poids sec des feuilles en kg.

CIR = Circonférence du tronc à 1,30 cm.

$$D1 \times D2$$

SUR = Projection au sol de la surface du houppier, en m², avec $SUR = \frac{D1 \times D2}{4}$; D1 et D2 = diamètres E-O et N-S du houppier.

R² = Coefficient de détermination,

(1) Domaines d'application des régressions :

- 20 à 250 cm pour la circonférence, quel que soit le site ;

- 25 à 300 m² pour la surface du houppier à Watinoma et 25 à 50 m² à Dossi ;

- pour un poids sec des feuilles de 3 à 70 kg à Watinoma et de 5 à 30 kg à Dossi.

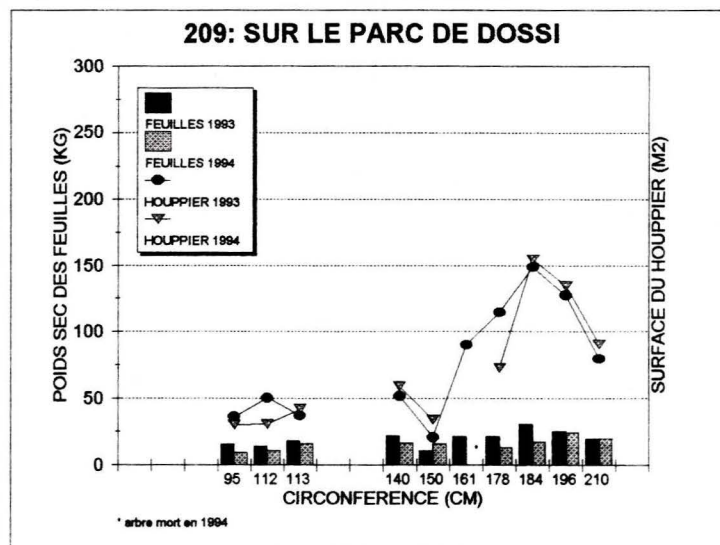
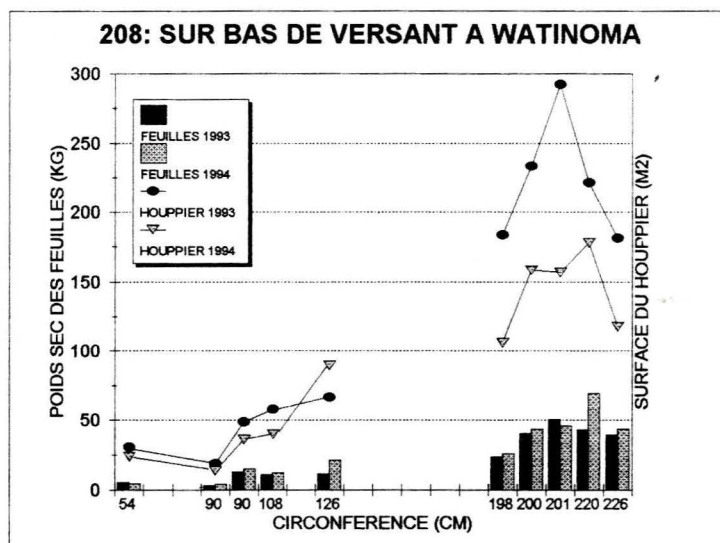
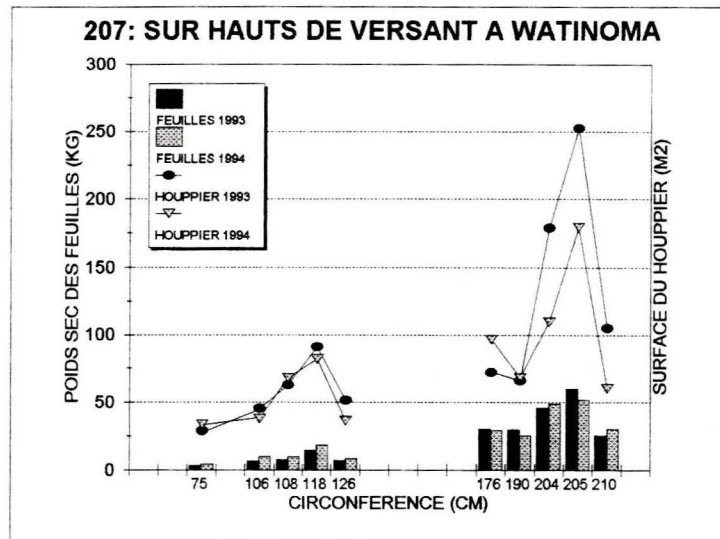
(2) Régressions très peu différentes de celles non logarithmiques, pour lesquelles :

- en 1993, PSF = 0,13 CIR + 0,12 SUR - 10,2 (R² = 0,88) ;

- en 1994, PSF = 0,13 CIR + 0,22 SUR - 12,4 (R² = 0,91).

(3) P = Probabilité calculée au seuil de 95 % (THS : Très hautement significatif, HS : Hautement significatif).

GRAPHIQUES 207 A 209: BIOMASSE FEUILLEE PRODUITE SUR EMONDAGE TOTAL DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA ET A DOSSI SELON LA CIRCONFERENCE ET LA SURFACE DU HOUPPIER



Par contre, sur les hauts de versant de Watinoma, la circonférence est une variable plus explicative de la biomasse feuillée que ne l'est la surface du houppier.

La circonférence et la surface du houppier de l'arbre permettant de prédire la biomasse feuillée, si l'on rapporte celle-ci au m² de houppier, on observe les différences suivantes :

- pour les facteurs site et émondage, entre les parcs de Watinoma et de Dossi, au premier comme au second émondage. Les différences s'inversent d'une saison à l'autre : 200 g/m² et 300 g/m² de houppier en 1993 et 1994 à Watinoma contre 320 et 280 à Dossi. Ces différences montrent globalement une meilleure aptitude des arbres de Watinoma à rejeter. D'une coupe à l'autre, ces différences ne sont significatives que sur les bas de versant de Watinoma, de fortes variabilités individuelles occultant les différences sur les autres sites ;

- pour le facteur dimension de l'arbre : au sein de chaque site et pour les deux périodes d'émondage, entre les plus petits arbres (classe 1, de 50 à 150 cm de circonférence) et les plus grands (classe 2, de 150 à 250 cm) avec, en termes de productivité :

- * petits arbres < grands arbres sur haut de versant à Watinoma,
- * petits arbres = grands arbres sur bas de versant à Watinoma,
- * petits arbres > grands arbres à Dossi.

4.2.3. Part ligneuse des rameaux feuillés

La biomasse en feuilles correspond à environ 50 % de la biomasse totale prélevée sur les rameaux feuillés (poids sec des feuilles et du bois des rameaux, non comptés les branches et quelques gros bois, éventuellement abattus lors de l'émondage). Cette biomasse feuillée varie respectivement du premier au second émondage de :

- * 43 % à 58 % de la biomasse totale à Watinoma,
- * 48 % à 52 % à Dossi, avec très peu de variation d'un site à l'autre.

La réitération de l'émondage total améliore donc le ratio biomasse feuillée/biomasse totale mais la tendance est plus marquée à Watinoma qu'à Dossi. Dans les deux cas, ce sont les plus petits arbres qui expriment les meilleurs ratios.

4.2.4. Croissance des rejets et conséquences phénologiques

La mesure des rejets au second émondage montre :

- une forte vigueur de croissance des rejets qui, sur tous les parcs, ont des allongements moyens de plus de 2 m. Certains individus présentent des repousses de plus de 3 m en un an. Les valeurs entre individus de même dimension sont équivalentes d'un site à l'autre, notamment à Watinoma entre hauts et bas de versant.

- une reconstitution en conséquence rapide des houppiers : totale en surface pour les petits arbres et réalisée entre 60 et 90 % pour les plus grands arbres bien que, dans l'absolu, la croissance en longueur et en circonférence des rejets des petits et des grands arbres ne soit significativement pas différente à Dossi comme à Watinoma.

- une différence significative sur le paramètre circonférence à la base des rejets entre les arbres de Dossi et ceux de Watinoma. La différence varie d'un facteur 2, ce qui confirme à nouveau la meilleure réponse de *Faidherbia albida* à l'émondage total sur ce terroir.

- un décalage de deux à trois mois du cycle de feuillaison engendré par l'émondage appliqué entre le milieu et la fin de la saison sèche. Les arbres se feuillent en début de saison des pluies, puis perdent leurs feuilles entre le milieu et la fin de la saison. Ils se refeuillent avec un à deux mois de retard, pour la plupart, à la saison sèche suivante.

4.3. LE BOIS, UN SOUS-PRODUIT INEGALEMENT VALORISE

4.3.1. Etat de la situation et méthode d'évaluation

La rareté des ressources ligneuses, mais aussi le mode et l'intensité de l'émondage de *Faidherbia albida* à Watinoma, font de son bois un sous-produit apprécié. Il l'est en particulier par les Peuls qui en sont les principaux utilisateurs ainsi que les enquêtes l'ont révélé.

Les branches sont surtout utilisées comme bois de feu. Les plus épineuses servent parfois à constituer des tapades de parc à bétail ou des haies mortes pour protéger les cultures.

A Dossi, le bois issu de l'émondage des faidherbias n'est pas toujours utilisé car le bois est encore très abondant en brousse et les multiples espèces exploitées en bois de feu ou de service sont de meilleure qualité que le bois du faidherbia. Dans tous les cas, l'émondage qui est modéré ne fournit que de médiocres quantités de bois. Hormis quelques grosses branches, le petit bois est souvent laissé au sol où il est vite attaqué par les termites. Les restes sont rassemblés et brûlés lors du nettoyage des champs. Toutefois, certains exploitants ramassent ce bois qu'ils apprécient pour allumer le feu de la cuisine ou encore pour en tirer, à partir des cendres, de la potasse destinée à divers usages culinaires.

Le sous-produit bois revêtant une assez grande importance à Watinoma, nous avons fait une évaluation des quantités fournies sur émondage total. En 1993-1994, à Watinoma, après chaque émondage total des faidherbias et prélèvement de la biomasse feuillée, le bois a été débité en stères, séché à l'air libre et pesé. On a ainsi pu évaluer les productions ligneuses issues du mode d'émondage le plus intense en fonction du site et de la dimension des arbres. Mais cette exploitation, faite sur un mode traditionnel, n'a pu être standardisée à une découpe du bois selon un dimensionnement donné. Aussi, l'évaluation faite des bois enstérés et pesés n'est-elle qu'indicative. Les branches abattues sont celles qui portent des rameaux feuillés et rarement des branches maîtresses qui portent la structure du houppier et constituent bien évidemment la plus grande quantité de bois.

4.3.2. Quantité de bois produite à l'émondage total

Le **graphique 210** qui représente les quantités produites à l'émondage en 1993 et 1994 de 22 faidherbias, petits et grands, révèle les points suivants :

- les valeurs pondérales varient beaucoup selon la dimension des arbres. Les moyennes varient de 1993 à 1994 de :

- * 40 à 30 kg pour les arbres de $50 \text{ cm} < C < 150 \text{ cm}$
(C : circonférence à 1,30 m) ;
- * 80 à 130 kg pour les arbres de $150 \text{ cm} < C < 250 \text{ cm}$.

- les arbres, au second émondage, fournissent globalement et très logiquement moins de bois, à l'exception de quelques individus, sur lesquels de gros bois ont été prélevés qui s'ajoutent aux repousses de l'année ;

- l'enstérage effectué avant pesée pour chaque arbre émondé donne une moyenne de 0,2 à 0,3 stère pour les grands arbres, soit respectivement 127 et 141 kg par stère, ce qui est très faible. La raison tient au fait que, le bois débité est de petite section et rarement droit. Le coefficient d'empilage des bois est en conséquence faible ($< 0,5$ selon nos estimations). De plus, les rameaux et les petits bois enstérés, médiocrement lignifiés et donc moins denses que les grosses branches, contribuent à diminuer le rendement pondéral du stère ;

- la comparaison par site des quantités de bois produites donne l'avantage aux individus de bas de versant (en moyenne 102 kg contre 77 pour des arbres de mêmes dimensions). Bien que l'observation n'ait pas de signification statistique, elle correspond bien aux conditions de site qui diffèrent entre hauts et bas de versant.

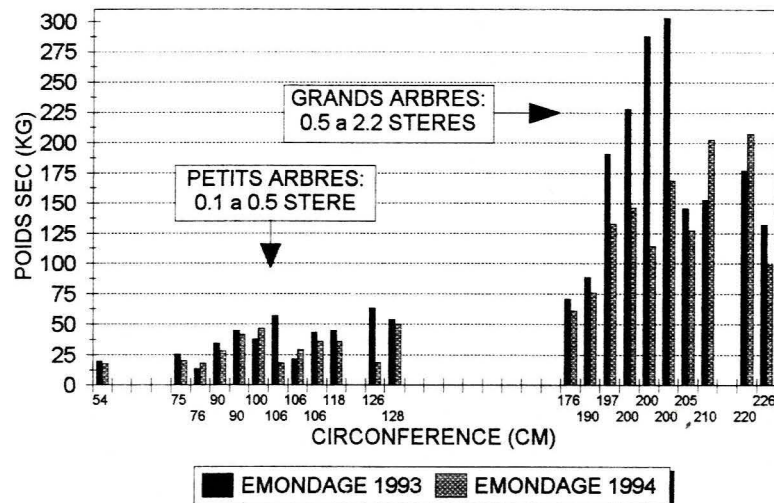
Sur la base de ces estimations, 100 kg pour l'émondage total d'un arbre "moyen" et 50 pour un émondage qui toucherait la moitié du houppier, en considérant qu'un arbre sur deux est émondé¹⁴ et en prenant une densité moyenne de 4 arbres/ha¹⁵, on peut estimer que la quantité de bois produite à l'émondage est à Watinoma de l'ordre de 100 à 200 kg/ha/an.

Cette quantité de bois, faible dans l'absolu, est loin d'être négligeable dans le contexte de précarité des ressources de Watinoma. Même avec l'évaluation la plus basse, les quelques centaines de kilos de bois de faidherbia collectés sur les 2-3 hectares de parcs dont disposent la plupart des exploitations peuvent constituer un appoint apprécié en bois de feu, de l'ordre de 10 à 20 % des besoins en combustible d'une famille.

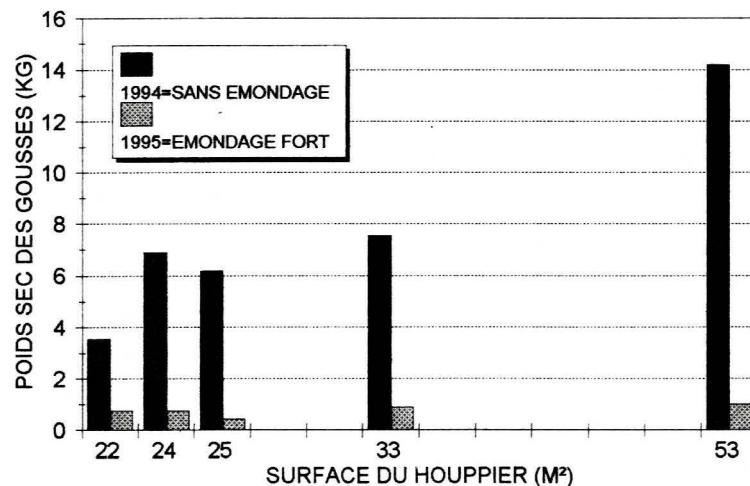
¹⁴Nous rappellerons ici que, les plus jeunes arbres -les moins productifs- sont rarement émondés alors que la plupart des adultes le sont deux fois dans la saison.

¹⁵Prenant en compte ici les fortes variations entre sites et leurs superficies respectives.

**GRAPHIQUE 210: BOIS TIRE DE L'EMONDAGE
TOTAL DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA
SELON LA CIRCONFERENCE DE L'ARBRE**



**GRAPHIQUE 211: EFFET DE L'EMONDAGE
SUR LA PRODUCTION DE FRUITS
DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI**



Sur un plan qualitatif, le pouvoir calorifique du bois de *Faidherbia albida* est relativement élevé : 4 720 kcal selon le C.T.F.T. (1988). Il l'est sans doute moins pour le petit bois tiré de l'émondage (ce petit bois "brûle vite et chauffe mal" disent certaines femmes alors qu'à Dossi on trouve que le bois de *faidherbia* dégage beaucoup de fumée). Le principal problème, lié à son utilisation, est celui de sa conservation. Dès qu'il est sec, le bois est souvent attaqué par les termites et rendu inutilisable en quelques mois ; aussi est-il rarement stocké, sauf cas d'autres d'usages en artisanat (tabourets, échelles traditionnelles, uniquement à Dossi) nécessitant un prétraitement du bois et son entretien pour améliorer sa médiocre durabilité naturelle.

4.4. PRODUCTIONS FRUITIERES

4.4.1. Dispositif de récolte des fruits

Comme pour la biomasse feuillée, une évaluation quantitative de la production de gousses de *Faidherbia albida* a été faite :

- à Dossi, au cours des saisons sèches 1993-94 et 1994-95 sur 50 semenciers des différentes unités morphopédologiques du parc (34 arbres communs aux deux saisons) ;
- à Watinoma sur 20 semenciers répartis sur hauts et bas de versant, pour les saisons 1992-93 et 1994-95 (10 arbres communs aux quatre saisons).

L'échantillonnage a été aléatoirement constitué d'individus en âge de fructifier, distribués en 2 classes de circonférences à Watinoma (50-150 et 150-250 cm) et trois classes à Dossi (100-150, 150-200 et 200-250 cm), représentatives des peuplements étudiés. A cet échantillonnage ont été incorporés les arbres soumis à l'essai d'émondage total pour évaluer l'effet de celui-ci sur la production fruitière.

Les récoltes ont été organisées selon deux méthodes sur chaque parc :

- initialement, à la première récolte, tous les arbres identifiés ont été clôturés au moment de la floraison, soit entre novembre et décembre. Les clôtures de 1,50 m de hauteur, tendues sur fil de fer barbelé en haut et fixées sur crochets en bas afin de constituer un écran infranchissable à tout animal, étaient mises en place sur un périmètre légèrement supérieur à celui représenté par la projection au sol du houppier des arbres. Ainsi, tout fruit tombant sous le houppier ou dans sa proximité échappait-il à la dent du bétail. De plus, un ramassage quotidien des fruits déhiscent, doublé d'un gaulage des fruits mûrs, était réalisé au cours de la fructification. Ce dispositif de récolte s'est avéré bien adapté aux petits arbres mais lourd à installer pour les arbres au plus large houppier (50 m de clôture pour 150 m² de houppier). En outre, à plusieurs reprises, des chevreaux ont réussi à passer sous les clôtures ;

- aux saisons suivantes, une partie de l'échantillon a été récoltée directement sur houppier par gaulages successifs. Afin de s'assurer de la totalité des récoltes, les fruits ont été prélevés au stade de semi-maturité (fruits jaunissants encore turgescents). Les fruits étaient ensuite séchés à l'air sec, puis mis en sac au fur et à mesure de la maturation des fruits restant sur l'arbre après chaque gaulage.

L'opération s'est avérée efficace dans la mesure où, en peu de temps, des récoltes totales ont été réalisées avec des pertes qui n'étaient pas supérieures à celles enregistrées avec la méthode des clôtures. Dans les deux cas, après pesée des récoltes, les valeurs pondérales ont été majorées de 5 %.

4.4.2. Variabilité stationnelle, individuelle et intersaisonnière

Mesurées sur deux saisons successives à Dossi et quatre à Watinoma, les productions fruitières montrent une très forte variabilité entre individus, au sein d'une même saison et sur un même site, mais également pour un même individu d'une saison à l'autre. Ce phénomène est particulièrement sensible à Watinoma où l'émondage affecte plus ou moins tous les arbres et perturbe manifestement la fructification (cf. **tableau 81**).

En première analyse, la comparaison des productions fruitières de Dossi et de Watinoma montre des différences hautement significatives, pour l'ensemble des récoltes communes aux parcs. Les récoltes moyennes varient par semencier de :

- 13,2 kg à Dossi (variant de 0,3 kg à 157 kg) ;
- 2,2 kg à Watinoma (variant de 0 kg à près de 25 kg).

A Watinoma, aucune relation significative liant la quantité de fruits produite et les dimensions de l'arbre n'a pu être établie tant les variabilités sont fortes, avec des productions quasi-nulles, quelle que soit la dimension de l'arbre d'une saison à l'autre.

A Dossi, d'une façon générale, si les plus grands arbres sont les meilleurs producteurs, c'est la projection au sol de la surface du houppier qui apparaît comme la principale variable explicative de la production fruitière. La hauteur y contribue dans une moindre mesure alors que la circonférence n'améliore guère la relation (paramètre non significatif, comme on l'observe dans les équations de prédiction de la biomasse feuillée). Assez logiquement, ce sont les paramètres relatifs à la dimension du houppier qui déterminent le mieux la production fruitière.

Aussi, les meilleures régressions n'ont-elles pu être obtenues que sur la saison 1995 (cf. **tableau 82**) et pour la moyenne des productions 1994 et 1995, moyenne qui pondère les très fortes variations individuelles observées d'une saison à l'autre (jusqu'à 1 300 % pour un même semencier). On observe cependant que la moyenne des récoltes réalisées sur les 34 individus échantillonnés est sensiblement la même d'une saison à l'autre.

TABEAU 81 : PRODUCTION FRUITIERE DE FAIDHERBIA ALBIDA A WATINOMA ET A DOSSI : VARIATIONS EN FONCTION DU SITE ET DE LA DIMENSION DES ARBRES DE 1992 A 1995

TERROIR	SITE	DIMENSION DES ARBRES ⁽¹⁾	ECH. ⁽²⁾	VAL ⁽³⁾	POIDS SEC DES FRUITS (KG)				
					1992	1993	1994	1995	Moy. 92-95
WATINOMA	Hauts de versant	50 < CIR < 150 10 < HOU < 50	5	max. moy. min.	- - -	15,8 3,7 0,1	0,8 0,3 0,1	0,6 0,3 0	1,4
		150 < CIR < 250 10 < HOU < 150	5 ⁽⁴⁾	max. moy. min.	1,3 0,6 0,1	0,3 0,2 0,1	2,2 0,7 0,1	6,4 1,5 0	0,7
	Bas de versant et bas-fond	50 < CIR < 150 10 < HOU < 50	5	max. moy. min.	- - -	0,5 0,3 0,1	0,8 0,2 0	2,2 1,0 0	0,5
		150 < CIR < 250 100 < HOU < 250	5 ⁽⁴⁾	max. moy. min.	22,8 8,7 1,9	18,3 6,4 0,3	1,7 0,5 0,1	3,5 1,3 0,1	4,1
	Tous sites et dimensions		20	moy.	4,7	2,6	0,4	1,0	2,2
DOSSI	Tous sites	100 < CIR < 150	13	max. moy. min.	- - -	- - -	21,9 6,8 2,5	15,1 4,9 0,3	5,8
		150 < CIR < 200	13	max. moy. min.	- - -	- - -	39,2 17,3 7,1	19,1 7,0 0,9	12,2
		200 < CIR < 250	8	max. moy. min.	- - -	- - -	51,3 18,8 6,1	157,0 24,7 0,4	21,8
	Tous sites et dimensions		34	moy.	-	-	13,7	12,7	13,2

HOU = Projection au sol de la surface du houppier, en m²

(1) CIR = Circonférence du tronc à 1,30 m, en cm.

(2) ECH = Nombre d'arbres de l'échantillon, s'agissant des mêmes arbres récoltés d'une saison à l'autre.

(3) VAL = Valeurs pondérales maximales, minimales et moyennes.

(4) = Arbres non émondés lors des récoltes de février 1992 et 1993 puis totalement émondés après récolte, en mars 1993, 1994 et 1995.

TABEAU 82 : PREDICTION DE LA PRODUCTION FRUITIERE DE FAIDHERBIA ALBIDA A DOSSI SELON LA SURFACE DU HOUPPIER ET LA HAUTEUR POUR LA RECOLTE 1995 ET LA MOYENNE DES RECOLTES 1994 ET 1995

ECHANTILLON	N = 34 (1995)	N = 34 (MOYENNE 94-95)
Equations de régression ⁽¹⁾	PSG = 0,30 SUR + 5 HAU - 67	PSG = 0,19 SUR + 2,7 HAU-31
Coefficient de détermination (R ²)	0,73	0,86
Ecart-type résiduel (ETR)	14,8	5,9
Intervalle de confiance des coefficients de régression	SUR : 0,30 ± 0,14 HAU : 5 ± 3 Constante : 67 ± 32	SUR : 0,19 ± 0,06 HAU : 2,7 ± 1,2 Constante : 31 ± 13
Probabilités au seuil de 95 % (signification)	Très hautement significatif	Très hautement significatif

(1) = Toutes régressions calculées avec un risque $\alpha = 5\%$.

± = Ecart-type.

PSG = Poids sec des gousses en kg.

SUR = Projection au sol de la surface du houppier en m².

HAU = Hauteur en m.

TABEAU 83 : VARIATION DE LA PRODUCTION FRUITIERE DE DIX FAIDHERBIA ALBIDA SUR LES SITES DE HAUT ET BAS DE VERSANT DE WATINOMA SELON LE FACTEUR EMONDAGE TOTAL APPLIQUE SUR DEUX SAISONS SUCCESSIVES

SITE	CIRCONFERENCE DU TRONC (CM)	SURFACE DU HOUPPIER (M ²)	PSG AVANT EMONDAGE TOTAL (KG)		PSG APRES EMONDAGE TOTAL (KG)	
			Moyenne 1992	Moyenne 1993	Moyenne 1994	Moyenne 1995
Bas de versant	209 ± 12	167 ± 40	8,7 ± 8,0	6,4 ± 7,3	0,5 ± 0,1	1,3 ± 0,2
Hauts de versant	196 ± 13	83 ± 37	0,6 ± 0,5	0,2 ± 0,1	0,7 ± 0,8	1,5 ± 2,5

PSG = Poids sec des gousses.

± = Ecart-type.

4.4.3. Effet de l'émondage sur la production de fruits

Le graphique 211 illustre clairement l'effet d'un émondage de forte intensité appliqué au cours de la saison sèche par des exploitants de Dossi sur cinq arbres initialement échantillonnés pour leur houppier indemne de marques récentes d'émondage. La différence, hautement significative entre les deux séries, varie d'un facteur 1 à 10.

A Watinoma, on observe que les plus grands arbres, généralement les plus émondés, ont pour la plupart de très faibles productions fruitières. Ceci est expérimentalement confirmé par l'essai d'émondage total appliqué sur cinq arbres de bas de versant de circonférence équivalente et au houppier initialement large (cf. tableau 83). Mais, si les différences sont sur ce site significatives entre les valeurs pondérales "avant" et "après émondage total", il n'en va pas de même des cinq arbres échantillonnés sur haut de versant aux productions également faibles du début à la fin de l'essai.

Ces résultats laissent supposer qu'aux effets d'émondage s'ajoutent des effets de site importants. Mais on peut aussi se demander si des arrière-effets d'émondages, antérieurs à l'essai, ne sont pas à l'origine de cette faible production fruitière.

4.5. VALEUR NUTRITIVE DES FEUILLES, RAMEAUX CHLOROPHYLLIENS ET FRUITS

4.5.1. Echantillonnages, dosages et analyses

A partir de deux émondages, en milieu et en fin de saison sèche, un échantillonnage de feuilles sèches de *Faidherbia albida* a été constitué comme suit :

- A Dossi et Watinoma, pour une comparaison des sites et stations :
 - . 5 lots de feuilles d'arbres de hauts de versant,
 - . 5 lots de feuilles d'arbres de bas de versant,
 - tous émondés en février 1993, en milieu de saison sèche.
- A Watinoma, pour une comparaison des périodes de prélèvement :
 - . 10 lots de feuilles issus du même échantillon d'arbres de hauts et bas de versant, émondés en avril 1992, en fin de saison sèche.

Les trente lots ont été analysés par le laboratoire de Nutrition animale du CIRAD-EMVT afin de déterminer la variabilité de la composition chimique des feuilles en fonction des facteurs site et station, ainsi que des périodes d'émondage et de récolte. La digestibilité de la matière organique et des matières azotées a également été estimée.

Les dosages suivants ont été effectués :

- la matière sèche (MS) ;
- les cendres assimilées aux matières minérales (MM), qui permettent de calculer par différence la matière organique ($MO = MS - MM$) ;
- le fractionnement des constituants pariétaux par la méthode de VAN SOEST et WINE (1967) qui permet de déterminer les "parois totales" (Neutral Detergent Fiber-NDF), la "lignocellulose" (Acid Detergent Fiber-ADF) et la "lignine" (Acid Detergent Lignin-ADL). Ces résultats permettent d'estimer, par différence, les teneurs en "hémicellulose" (NDF-ADL) et en "cellulose" (ADF-ADL), ainsi que le degré de lignification des parois (ADL/NDF et ADL/ADF) ;
- les matières azotées totales (MAT) et leur fraction liée au résidu, ADF-MAADF, considérée comme indigestible et d'importance très variable chez les fourrages ligneux (MASON, 1969) ;
- les tanins précipitant la séro-albumine bovine (GRILLET, VILLENEUVE, 1994). Ce dosage constitue une première approche, rapide, de la teneur en tanins des espèces ligneuses mais il est insuffisant pour étudier les effets des teneurs en tanins sur la digestibilité. C'est en particulier le cas pour les feuilles de *Faidherbia albida* (CIRAD-EMVT et al., 1994) ;
- les matières grasses qui influencent la teneur en énergie brute.

Les variations de la digestibilité de la matière organique, principal facteur de variation de la valeur énergétique, ont été étudiées par une méthode enzymatique à la pepsine cellulase (AUFRERE, MICHALET-DOREAU, 1990) et par une méthode *in vitro* utilisant du jus de rumen (MENKE, STEINGASS, 1988) qui permet aussi d'estimer la teneur en énergie métabolisable (EM).

Les variations de la dégradabilité des matières azotées dans le rumen, l'un des plus importants paramètres de la valeur azotée pour les ruminants, ont été étudiées par une méthode enzymatique utilisant une pronase (AUFRERE, CARTAILLER, 1988).

A partir des récoltes totales de fruits de 1993, vingt lots de fruits provenant de dix arbres de Dossi et de dix arbres de Watinoma ont été analysés comme l'ont été les feuilles de ces mêmes arbres. Les mêmes paramètres ont été mesurés pour évaluer la digestibilité de la matière organique et la teneur en matières azotées digestibles.

4.5.2. Composition chimique et dégradabilité enzymatique des feuilles, gousses et tiges de *Faidherbia*

Afin de réunir le maximum de données sur la composition des feuilles et gousses de *Faidherbia albida*, les résultats d'analyse d'échantillons collectés dans d'autres pays et étudiés dans le cadre du projet CCE-DGXII ST2.A/89/215.F (CIRAD-EMVT et *al.* 1994) ont été associés à ceux de Watinoma et Dossi (cf. **tableau 84** et, par comparaison, les **tableaux 85** et **86**).

L'examen global des compositions chimiques et des dégradabilités enzymatiques des feuilles et gousses de *Faidherbia albida* met en évidence des différences dont certaines inattendues :

- les gousses contiennent plus de fibres que les feuilles, mais les parois des feuilles sont plus lignifiées ;

- les teneurs en matières azotées des feuilles sont un peu plus élevées mais elles sont moins disponibles que celles des gousses, ce qu'il faut relier à des teneurs en tanins plus importantes et à une plus forte proportion de l'azote au niveau des parois cellulaires dans les feuilles ;

- globalement, la matière organique des gousses est plus digestible que celle des feuilles et a donc une valeur énergétique (estimée ici en énergie métabolisable) plus élevée.

Ces observations très générales ne doivent pas occulter une forte variabilité à l'intérieur de chaque groupe d'échantillons (cf. les écart-types).

L'analyse comparative montre également des différences liées au pays d'origine, à la date de récolte et à la situation topographique pour le cas de Watinoma.

Certaines apparaissent clairement comme la plus forte teneur en matières azotées en début de feuillaison: 16 % de MS de novembre à janvier en moyenne, avec des maxima de 18 % , contre 11 à 14 % de février à avril et, de fait, très peu de différence entre les périodes de prélèvement pour le cas de Watinoma.

Sur ce terroir, d'autres tendances plus ou moins sensibles apparaissent comme une teneur en MAT des feuilles un peu plus faible sur bas de versant et une teneur en lignine plus élevée sur hauts de versant, quelque soit la saison.

Les différences entre Dossi et Watinoma sont quant à elles encore moins marquées.

Les gousses sont disponibles sur une durée plus brève que les feuilles et la comparaison de périodes est sans objet. La comparaison des pays d'origine des prélèvements ne permet pas non plus de constituer des groupes homogènes. A l'échelle des stations de Dossi et de Watinoma, les principales caractéristiques ont des valeurs égales ou très peu différentes.

TABLEAU 84 : COMPOSITION CHIMIQUE ET DEGRADABILITE ENZYMATIQUE OU *IN VITRO* DES FEUILLES ET GOUSSES DE *FAIDHERBIA ALBIDA* ECHANTILLONNES DANS LE CADRE DU PROJET CCE-DGXII ST2/215, INTEGRANT LES DONNEES DE DOSSI ET DE WATINOMA

EN % DE LA MATIERE SECHE, SAUF : * % Matière Azotée ** % Matière Organique *** % Kcal/kg MS	FEUILLES ET TIGES					GOUSSES ET GRAINES				
	ENSEMBLE DES ECHANTILLONS					ENSEMBLE DES ECHANTILLONS				
	Moy.	E.T.	Min.	Max.	N	Moy.	E.T.	Min.	Max.	N
Analyses et dégradabilité au laboratoire										
Matière organique	90	2	85	94	34	96	0	94	97	42
Constituants pariétaux :										
. Neutral Detergent Fiber (NDF)	39	4	31	49	32	45	7	37	67	15
. Acid Detergent Fiber (ADF)	29	4	20	40	42	34	4	25	42	35
. Acid Detergent Lignin (ADL)	14	3	8	22	42	9	1	6	12	35
. ADL/ADF %	48	5	35	55	42	26	3	21	32	35
Matières Azotées :										
. Totales (MAT)	13	2	10	18	43	11	2	6	15	42
. Dégradables par Pronase	3,3	0,8	1,9	6,9	40	6,7	1,7	2,4	10,5	31
. Dégradables par Pronase*	26	8	14	66	40	63	13	41	99	31
. Liées à l'ADF	2,7	0,8	1,6	5,2	41	1,1	0,3	0,7	1,7	33
. Liées à l'ADF*	22	5	10	34	41	11	3	6	19	33
Tanin précipitant la seroalbumine bovine	2,8	1,3	0,4	4,5	9	0,7	0,3	0,2	1,3	11
Matière grasse	5,8	1,8	0,4	10	42	1,3	0,6	0,7	4,9	41
Dégradabilité de la Matière organique										
. Par la Pepsine Cellulase	52	5	34	60	20	63	3	58	69	12
. Estimée <i>in vitro</i> par le gastest** (STEINGASS et ARBELOT, 1994)	48	6	38 ¹	55	12	60	9	49	84 ²	10
Energie métabolisable (STEINGASS et ARBELOT, 1994)	1570	270	1 090 ¹	1 900	12	2 050	390	1 600	3 050 ²	10
. Estimée <i>in vitro</i> par le gastest***										

E.T. = Ecart-type

N = Nombre d'arbres échantillonnés

(1) = Tiges chlorophylliennes

(2) = Graines

TABEAU 85 : COMPOSITION CHIMIQUE ET DEGRADABILITE ENZYMATIQUE DE FEUILLES ET TIGES CHLOROPHYLLIENNES DE FAIDHERBIA ALBIDA SUIVANT LE MOIS DE RECOLTE, LE PAYS ET ,POUR LE BURKINA FASO, DOSSI ET LES 2 SITES DE WATINOMA

EN % DE LA MATIERE SECHE SAUF : * % Matière Azotée ** % Matière Organique	FEUILLES														TIGES CHLORO- PHYLLIEN- NES
	Novembre à janvier		Février				Mars		Avril						Janvier
	Sénégal Mali Burkina Faso Tchad		Burkina Fasò (1)				Sénégal Burkina Faso Tchad		Burkina Faso (1)						Tchad
			Watinoma						Dossi		Watinoma				
			Haut de versant		Bas de versant						Haut de versant		Bas de versant		
	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.
Analyse et dégradabilité au laboratoire															
Nombre d'échantillons	6		5		5		4		10		5		5		1
Matière Organique	91	2,1	89	2,7	90	1,1	90	1,1	88	1,1	89	1,5	90	0,5	90
Constituants pariétaux :															
. Natural Detergent Fiber (NDF)	40	3,0	39	5,5	39	2,9	41	7,3			37	1,9	38	1,6	61
. Acid Detergent Fiber (ADF)	27	5,6	27	3,8	30	2,1	30	8,0	27	2,8	28	3,3	30	1,7	57
. Acid Detergent Lignin (ADL)	12	3,6	12	2,8	15	1,5	15	5,0	14	1,7	13	1,8	16	1,1	34
. ADL/ADF %	42	5	49	2	50	2	50	4	50	3	47	3	52	2	60
Matières Azotées :															
. Totales (MAT)	16	2,2	13	0,8	12	1,1	14	2,1	12	0,9	12	0,7	11	0,7	18
. Dégradables par la Pronase*	22	3,4	26	3,8	25	6,0	20	5,4			28	1,2	27	3,0	16
. Liées à l'ADF*	18	5,7	18	2,1	23	2,7	25	11	22	2,1	19	3,5	25	2,1	47
Tanin précipitant la séroalbumine bovine	2,9	1,2			52	2,0	2,9	0,8							0,5
Dégradabilité de la Matière Organique :															
. par la Pepsine Cellulase**	50	2,2					48	10			54	4,3			26
. estimée <i>in vitro</i> par le gastest**	52	3,7					48	6,6							40

(1) = Echantillons prélevés sur essais d'émondage total.
E.T. = Ecart-type.

Analyses faites par le Laboratoire de Nutrition Animale de l'EMVT-CIRAD

TABEAU 86 : COMPOSITION CHIMIQUE ET DEGRADABILITE ENZYMATIQUE DE GOUSSES, DE PULPE ET DE GRAINES DE FAIDHERBIA ALBIDA SUIVANT LE PAYS ET, POUR LE BURKINA FASO, DOSSI ET LES 2 SITES DE WATINOMA

EN % DE LA MATIERE SECHE SAUF : * % Matière Azotée ** % Matière Organique	GOUSSES SECHES (1)						GOUSSES SECHES (MOYENNES PAR PAYS)										PULPE DES GOUSSES (SANS GRAINES)	GRAI- NES
	Burkina Faso																	
	Watinoma				Dossi		Burkina Faso		Mali		Niger		Sénégal		Tchad	Mali		
	Haut de versant		Bas de versant															
	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy	E.T	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	E.T.	Moy.	Moy.	Moy.	
Analyse et dégradabilité au laboratoire																		
Nombre d'échantillons	5		5		10		20		3		4		12		1	1	1	
Matière Organique	96	0,2	96	0,1	96	0,6	96	0,6	96	0,4	96	0,2	96	0,4	96	95	96	
Constituants pariétaux :																		
. Natural Detergent Fiber (NDF)							48				67		43	1,8	37	44	21	
. Acid Detergent Fiber (ADF)	31	4,2	32	2,4	36	3,8	34	4,0			42		34	1,7	28	35	16	
. Acid Detergent Lignin (ADL)	8	1,0	9	1,1	9	1,9	9	1,6			9		9	1,0	7	9	4	
. ADL/ADF %	25	1	18	2	25	3	26	3			21		28	3	24	26	27	
Matières Azotées :																		
. Totales (MAT)	11	1,2	11	1,0	10	2,2	10	1,7	11	0,2	13	1,4	11	0,5	11	6	27	
. Dégradables par la Pronase*	58	1,9	53	6,3	74	14	62	3,1			65		60	12	69	42	71	
. Liées à l'ADF*	9	2,1	10	2,2	11	3,6	10						11	2,5	7	19	6	
Tanin précipitant la séroalbumine bovine							0,6						0,7	0,4	1,1	0,8	0	
Matière grasse	1,3	0,2	1,2	0,1	1,1	0,2	1,2	0,2	1,4	0,0	2,2	1,8	1,0	0,2	1,3	2,5	2,5	
Dégradabilité de la Matière Organique :																		
. par la Pepsine Cellulase**							58						63	2,0	69	63	92	
. estimée <i>in vitro</i> par le gastest**							56		63				55	3,8	60	5	84	

(1) = Echantillons récoltés en février 1993 à Watinoma et mars 1993 à Dossi.
E.T. = Ecart-type

Analyses faites par le Laboratoire de Nutrition Animale de l'EMVT-CIRAD

En fait, une grande partie des écarts entre échantillons apparaît plutôt liée à des différences de composition anatomique :

- les tiges chlorophylliennes, en proportions variables dans les échantillons de feuilles, *sensu lato*, sont plus riches en fibres mais aussi en azote que les feuilles, *stricto sensu*. Ceci peut en partie expliquer pourquoi les échantillons de Dossi et de Watinoma, uniquement constitués de feuilles ont des teneurs en MAT plus basses que celles enregistrées ailleurs. Leur azote est moins disponible alors que leur teneur en tanin est apparemment plus faible (le seul échantillon analysé ne permet pas de faire plus que ces observations qui montrent cependant la valeur nutritive élevée de ces tiges consommées par le bétail) ;

- les pulpes et les graines qui constituent les gousses ont des compositions très différentes : les fibres et les tanins sont surtout localisés dans la pulpe, alors que les graines contiennent la majeure partie de l'azote et sont très digestibles.

Il est évident que les variations de proportions de folioles, limbes et rameaux chlorophylliens, d'une part, de pulpe et de graines, d'autre part, influencent fortement la composition des échantillons ou des fourrages ingérés par les animaux. Ces proportions dépendent à la fois de facteurs génétiques et des facteurs du milieu qui déterminent le développement des plantes, et bien évidemment, de l'échantillonnage lui-même qui limite les comparaisons.

4.6. TENEURS EN ELEMENTS MINERAUX DES FEUILLES, FRUITS ET RAMEAUX CHLOROPHYLLIENS

4.6.1. Echantillonnage et analyse

L'évaluation de la valeur nutritive des feuilles et des fruits de *Faidherbia albida* a été complétée par une analyse des éléments minéraux. 80 lots ont été échantillonnés comme suit:

- 20 lots de feuilles de *Faidherbia* de Watinoma : 10 des hauts de versant,
10 des bas de versant et bas-fonds ;
- 9 lots de feuilles de *Faidherbia* de Dossi : 4 de la dépression centrale,
5 des versants ;
- 20 lots de fruits de *Faidherbia* de Watinoma : 10 des hauts de versant,
10 des bas de versant et bas-fonds ;
- 21 lots de fruits de *Faidherbia* de Dossi : 7 des versants et 14 de la dépression
centrale, dont 7 sur sols à caractère
hydromorphique ;
- 10 lots de rameaux chlorophylliens de *Faidherbia* de haut et de bas de versant de
Watinoma.

Le prélèvement et l'analyse de rameaux terminaux chlorophylliens ont été justifiés par le fait que le bétail en consommait systématiquement lors des ébranchages, les broutant jusqu'à une section de 1 à 2 cm. Sur la base des quelques analyses référencées, montrant la valeur bromatologique de ces rameaux, nous avons voulu vérifier leurs teneurs minérales et les comparer aux autres organes.

Rameaux et feuilles ont été échantillonnés sur l'essai d'émondage total des arbres de février 1994, les derniers fruits ayant été récoltés à cette occasion.

Les analyses, faites par l'Unité de Recherches et d'Analyses (URA) du CIRAD, ont porté sur :

- l'azote total : dosage par combustion, LECO ;
- le chlore : extraction par HNO_3 , dilué avec dosage potentiométrique par électrode d'argent ;
- le soufre : minéralisation par calcination avec ajout de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$; dosage néphélométrique (formation de BaSO_4) sur colorimètre automatique TECHNICON ;
- le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium, le sodium, le fer, le zinc, le manganèse, le cuivre et le bore, mis en solution par minéralisation voie sèche, selon la méthode de double calcination CH.

Les dosages ont été effectués sur un spectromètre d'émission à plasma d'argon (ICP-JY50).

4.6.2. Caractéristiques des compositions minérales

A l'instar des valeurs résultant des analyses bromatologiques, celles des teneurs en éléments minéraux de feuilles, fruits et tiges chlorophylliennes montrent dans l'ensemble une faible variabilité entre sites et, dans une moindre mesure, entre les stations de Dossi et de Watinoma (cf. **tableau 87**).

L'analyse révèle les caractéristiques suivantes :

- les teneurs moyennes en éléments minéraux sont généralement faibles se situant en deça ou en limite des seuils de carence (IEMVT, 1990), pour :

- * le **phosphore**, élément constituant avec l'azote le principal facteur limitant de la nutrition des ruminants tropicaux (seuil à 2 g/kg de M.S.). Bien que les teneurs soient significativement plus élevées pour les fruits que pour les feuilles, elles ne dépassent le seuil de 2 g/kg de M.S. que pour quelques arbres ;
- * le **zinc** dont la teneur des feuilles et des tiges chlorophylliennes pour quelques arbres de bas de versant au dessus du seuil de carence (45 mg/kg de M.S.) ;

TABEAU 87 : COMPOSITION DES FEUILLES, FRUITS ET RAMEAUX CHLOROPHYLLIENS DE *FAIDHERBIA ALBIDA* SUR LES DIFFERENTS SITES DE WATINOMA ET DE DOSSI (EN G/KG OU EN MG/KG DE LA MATIERE SECHE)

ORGANE	STATION	SITE	ECH	N g/kg	P g/kg	K g/kg	Ca g/kg	Mg g/kg	Na g/kg	Cl g/kg	S g/kg	B mg/kg	Fe mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
Feuilles	Watinoma	Hauts de versant	10	23,6 ±1,3	1,0 ±0,1	8,3 ±0,8	21,5 ±3,0	2,8 ±0,6	0,14 ±0,02	0,08 ±0,01	1,7 ±0,2	19 ±8	1 054 ±475	5,0 ±1,6	88 ±24	32 ±6
		Bas de versant	10	25,2 ±1,5	1,1 ±0,1	9,5 ±1,7	19,9 ±3,1	3,4 ±0,7	0,16 ±0,04	0,07 ±0,02	1,7 ±0,1	50 ±20	1508 ±686	10,3 ±4,6	158 ±67	38 ±12
	Dossi	Versant ouest	5	22,2 ±1,8	0,8 ±0,1	6,0 ±1,3	30,5 ±5,2	4,7 ±0,7	0,15 ±0,03	0,10 ±0,03	1,7 ±0,3	23 ±10	602 ±184	7,4 ±1,9	85 ±18	28 ±10
		Centre	4	21,5 ±1,4	1,1 ±0,2	6,8 ±1,3	33,2 ±2,9	5,2 ±1,3	0,15 ±0,02	0,10 ±0,02	1,7 ±0,4	60 ±26	852 ±718	10,0 ±4,2	58 ±24	39 ±5
Rameaux	Watinoma	Hauts de versant	5	16,9 ±1,2	1,3 ±0,1	9,3 ±1,0	25,6 ±4,3	3,1 ±0,5	0,09 ±0,01	0,06 ±0,01	2,2 ±0,6	20 ±2	271 ±48	4,5 ±0,3	21 ±5	29 ±6
		Bas de versant	5	17,3 ±1,4	1,2 ±0,1	10,0 ±2,3	19,3 ±6,9	3,6 ±0,9	0,07 ±0,01	0,04 ±0,01	1,5 ±0,6	21 ±2	256 ±101	5,5 ±0,9	30 ±17	36 ±8
Fruits	Watinoma	Hauts de versant	10	16,4 ±2,2	1,5 ±0,3	14,0 ±1,6	4,4 ±1,2	1,1 ±0,3	0,06 ±0,01	0,05 ±0,01	1,8 ±0,7	18 ±3	259 ±178	4,3 ±0,8	19 ±6	17 ±3
		Bas de versant	10	18,4 ±2,2	1,4 ±0,2	13,3 ±1,5	5,1 ±1,1	1,5 ±0,3	0,06 ±0,00	0,05 ±0,01	1,9 ±0,5	26 ±7	141 ±32	5,6 ±0,9	31 ±11	18 ±4
	Dossi	Centre	7	18,4 ±2,5	1,4 ±0,3	11,1 ±1,1	5,3 ±1,4	1,6 ±0,4	0,05 ±0,01	0,07 ±0,01	1,8 ±0,4	26 ±6	110 ±40	4,8 ±0,8	8 ±2	16 ±3
		Bas de versant ouest	7	16,8 ±1,6	1,4 ±0,3	11,5 ±1,5	5,7 ±1,6	1,7 ±0,5	0,06 ±0,01	0,07 ±0,02	2,2 ±0,6	25 ±6	121 ±39	5,7 ±1,7	10 ±2	19 ±8
		Versants est et ouest	7	18,6 ±2,2	1,4 ±0,2	11,8 ±1,8	5,2 ±0,9	1,5 ±0,4	0,06 ±0,01	0,08 ±0,03	1,9 ±1,0	25 ±7	87 ±25	6,1 ±1,2	14 ±4	25 ±6

Analyse faites par le Laboratoire CIRAD-GERDAT/URA.

± x : écart-type des moyennes.

- * le **cuivre**, pourvu en teneur suffisante uniquement dans les feuilles des arbres de bas de versant et de bas-fonds (7 mg/kg de M.S.) ;
- * le **sodium** dont la teneur des feuilles et surtout des fruits est insuffisante (seuil à 0,6 g/kg de M.S.), contrairement à l'opinion de certains éleveurs enquêtés qui, rappelons-le, disaient faire des cures de sel à leur bétail grâce aux fruits de *faidherbia*. Mais il s'agit peut-être de quelques individus exceptionnels ont échappé à l'échantillonnage ;
- * le **manganèse** dont les fruits et les rameaux sont carencés, alors que les feuilles ont une teneur très supérieure au seuil de carence (45 mg/kg de M.S.). Mais le manganèse comme le fer (très excédentaire dans les feuilles, rameaux et fruits de *faidherbia*, dont le seuil limitant est de 2 mg/kg de M.S.) est généralement largement disponible dans les divers fourrages dont se nourrissent les animaux.

- les teneurs sont élevées ou supérieures aux seuils de carence dans les feuilles, les fruits et les tiges chlorophylliennes pour :

- * le **soufre** (1,3 g/kg de M.S.) ;
- * le **magnésium** (0,7 g/kg de M.S.) et le **potassium** (3,2 g/kg de M.S.), oligo-éléments non limitants dans les fourrages sahéliens pour les besoins des animaux tels qu'ils sont élevés.

4.7. CONCLUSION

Les terroirs de Dossi et de Watinoma diffèrent par leurs ressources fourragères. Encore très importantes sur le premier terroir, elles sont limitées sur le second où la charge de bétail est beaucoup plus élevée. En conséquence, la surexploitation de *Faidherbia albida* est à Watinoma la règle, alors qu'à Dossi la pratique de l'émondage est peu étendue et presque toujours de faible intensité. Les Peuls, aujourd'hui en concurrence avec les agriculteurs, gardent un large savoir-faire en matière d'émondage, ainsi que nous l'avons constaté à travers les enquêtes précédemment analysées. Par le suivi de l'émondage et son évaluation par cotation, nous avons pu recouper ces informations préliminaires et préciser l'étendue et l'intensité des phytopratiques.

Ainsi, le suivi a montré que les arbres adultes étaient partout les plus émondés. Cependant, à Watinoma, même les jeunes arbres sont affectés. Les prélèvements y sont forts et répétés, en moyenne deux fois dans la saison. La pression d'émondage est particulièrement forte sur les parcs de bas-fonds et bas de versant où résident les Peuls.

Malgré la fréquence et l'intensité d'émondage, *Faidherbia albida* survit bien et rejette vigoureusement. L'espèce est donc très plastique en matière d'émondage. Aucune mortalité liée à l'émondage n'a été enregistrée à Watinoma en quatre ans d'observations de terrain. A comparer les résultats de Dossi et de Watinoma, il semblerait même qu'une relation existe entre, d'une part, l'intensité et la fréquence de l'émondage et, d'autre part, la vigueur à rejeter. C'est ce que rapporte CISSE (1984) à travers cinq ans d'essais d'émondage de l'espèce en concluant que "les coupes répétées stimulent la production foliaire". C'est ce que disent aussi, les exploitants pour lesquels un *faidherbia* non émondé plusieurs années consécutives produit moins et à terme dépérit.

CISSE spécifie en outre une condition aux émondages réitérés : il faut couper tôt dans la saison et, au plus, une fois par an au risque d'engendrer des mortalités. Pour les Peuls de Watinoma, les coupes fortes affaiblissent l'arbre ; un seul émondage, modéré chaque année, est préconisé mais, dans les faits, ce précepte est toujours dépassé. Quant à couper tôt dans la saison, la pratique n'a pas d'application car les besoins s'étalent entre le milieu et la fin de saison sèche, exception faites des années de mauvaise production agricole et herbacée qui obligent les exploitants à émonder tôt dans la saison par manque de ressources fourragères. Ces années avivent le caractère conflictuel de la surexploitation des arbres par les deux communautés de Watinoma, les Moosé et les Peuls.

La production feuillée mesurée sur émondage total apparaît bien corrélée à la surface du houppier et, de fait, une réduction de celle-ci hypothèque la production feuillée, qui est moins bonne à Dossi qu'à Watinoma. Les arbres de Watinoma, la station la plus sèche, rejettent plus vigoureusement et produisent globalement une biomasse plus importante que ceux de Dossi au second émondage. La réserve en eau du sol n'est donc pas un facteur limitant à Watinoma. On peut ici émettre l'hypothèse que l'émondage, omniprésent à Watinoma, parce qu'il prolonge la feuillaison des *faidherbias* jusqu'au milieu de la saison des pluies, est à l'origine des différences observées. En saison des pluies, le taux d'humidité de l'air, alors optimal, est favorable à une refeuillaison rapide et intense.

Pour les arbres de Watinoma qui sont ainsi régulièrement émondés, ce traitement ne nuit pas à leur vigueur de croissance ni à leur aptitude à rejeter. Bien au contraire, tout se passe comme si ce regain de vigueur induisait un gain de croissance supérieur au déficit créé par la réduction de la surface foliaire. En outre, l'émondage par l'élimination des branches malades ou parasitées, a des effets sanitaires. Nous avons pu observer que des houppiers dépérissant se refeullaient avec beaucoup de vigueur après un émondage approprié. Cet aspect sanitaire revêt une importance particulière à Dossi où beaucoup d'arbres âgés présentent des signes de dépérissement.

La biomasse en feuilles produite en un an varie, selon la dimension de l'arbre, de 5 à 40 kg de matière sèche. Cette productivité est assez faible mais elle est conforme à d'autres résultats cités. LE HOUEROU (1980) évalue à 10-20 kg/arbre/an la production feuillée d'individus régulièrement soumis à émondage, sans préciser toutefois la dimension des arbres. CISSE (1980), au Mali, a établi des relations allométriques entre la biomasse feuillée sèche (PSF) et la dimension des arbres à partir de 50 jeunes *faidherbias* abattus (circonférence : 10 cm < CIR < 100 cm). La meilleure régression obtenue, linéaire, permet de prédire PSF en fonction de CIR selon l'équation : $\log \text{PSF} = 2,08 \log \text{CIR}$ ($R^2 = 0,96$). Pour la plus grande

classe de circonférence (90-100 cm), PSF est estimé à 12,5 kg soit une biomasse un peu plus élevée que celle prédite par les régressions calculées pour Watinoma (PSF = 10 kg pour un arbre de même dimension). Mais notre domaine d'étude concerne, rappelons-le, des arbres adultes.

MIEHE (1986), en Ethiopie, avance le chiffre de 20 à 50 kg/an pour un arbre totalement émondé. Quant à JUNG (1967), au Sénégal, il a évalué la production feuillée annuelle d'un *Faidherbia* adulte à 25 kg de matière sèche/100 m² de houppier par la mesure de la restitution au sol de la litière feuillée.

Nos résultats recoupent également ceux de DUNHAM (1989) qui a mesuré la production feuillée et la litière restituée au sol de 26 arbres sur 2 hectares le long du Zambèze. La production feuillée moyenne par arbre et par an a été évaluée à près de 400 g de matière sèche/m² de houppier et la litière de feuilles à près de 250 g. La différence résulte d'un prélèvement important par des chenilles défoliatrices. Selon nos propres observations, de telles chenilles et divers insectes font certaines années à Watinoma comme à Dossi d'importants ravages sur les feuilles et les fruits, dépréciant les quantités et les qualités fourragères.

A Watinoma, si l'on ajoute à la biomasse tirée d'un premier émondage celle supplémentaire d'un second émondage de sa saison sèche et la biomasse des rameaux chlorophylliens consommés par le bétail, le disponible fourrager annuel en feuilles et rameaux ne dépasse sans doute pas 50 à 100 kg de matière sèche/arbre/an. Avec une densité moyenne de 4 *Faidherbias*/ha à Watinoma, on obtient une productivité d'au plus 200 kg de matière sèche/ha/an, en considérant qu'un arbre sur quatre n'est pas émondé et que les autres ne le sont pas totalement.

Si la production feuillée de *Faidherbia albida* apparaît quantitativement assez limitée, elle représente néanmoins une valeur fourragère d'importance stratégique, surtout à Watinoma. Non seulement l'espèce est feuillée au cours de la saison sèche, mais elle se refeuille rapidement après un premier voire un second émondage en fin de saison sèche.

Pour les gousses, la variabilité intrasite des teneurs en MAT peut être mise en relation avec celle du ratio "pulpe/graine" : la pulpe contient 6 % de MAT alors que les graines en contiennent 27 % (échantillons du Mali). A Watinoma comme à Dossi, les dimensions des fruits, le nombre et le poids des graines qui varient d'un semencier à l'autre d'un facteur 1 à 3, peuvent en partie expliquer ces différences.

Quoi qu'il en soit, les gousses ont une digestibilité bien meilleure, deux fois supérieure à celle des feuilles pour les *Faidherbias* de Watinoma et trois fois à Dossi.

Mais la production fruitière elle-même est faible et très aléatoire. Globalement, elle est bien plus élevée à Dossi qu'à Watinoma où l'émondage est le principal facteur limitant de la fructification. C'est ce qui ressort à la fois des réponses données par les Peuls et des évaluations faites sur le terrain.

A Watinoma où la plupart des *faidherbias* sont assez fortement émondés chaque année, les productions moyennes ne dépassent pas 2 à 3 kg par semencier et sont parfois nulles.

A l'inverse, à Dossi où les *faidherbias* sont peu ou ne sont pas du tout émondés, la production fruitière augmente avec la dimension de l'arbre. Ainsi, un arbre adulte produit-il en moyenne 22 kg de fruits. Les productions varient cependant beaucoup, entre 157 kg et moins d'un kilo, pour les extrêmes. L'émondage n'étant pas à Dossi la principale source de variabilité, les facteurs climatiques, de site et sans doute génétiques doivent y contribuer largement.

Il reste que l'évaluation et l'interprétation des variations de la production fruitière de *Faidherbia albida* sont des opérations délicates et complexes à mener sur une telle espèce soumise à émondage. Pour cette raison, il est difficile de comparer nos résultats à d'autres qui précisent rarement l'importance des facteurs d'aménagement. En dehors de la zone sahélo-soudanienne, DUNHAM (1990) qui a mesuré six ans de production fruitière de quatre *faidherbias* adultes le long du Zambèze, offre des résultats intéressants, s'agissant d'arbres n'ayant jamais été émondés. Ainsi, un gros arbre de 350 m² de surface de houppier a produit de 20 à près de 300 kg selon les années. La variation est liée, selon l'auteur, à la fois à la pluviométrie, à la température et à la production de l'année n-1, variables à partir desquelles des régressions ont été établies.

JUNG (1969) avance le chiffre moyen de 54 kg/100 m² de houppier, résultat de la collecte de fruits de cinq *faidherbias* adultes sur la station de Bambey au Sénégal et s'agissant d'arbres vraisemblablement non émondés. Pour LE HOUEROU (1980), un arbre adulte produirait de 50 à 150 kg de fruits secs par an, chiffres qui recoupent les précédents mais sans précision sur la méthode d'évaluation.

Si l'on se réfère à LEMAITRE (1954) évaluant à 6-8 kg de fruits secs/arbre/an la production moyenne de vingt arbres âgés de près de trente ans au Niger, nos résultats sont alors tout à fait comparables car il s'agit, dans ce cas-là, d'arbres de parc sans doute soumis à émondage. Il en va de même de l'évaluation faite à Ségou au Mali, par CISSE (1979, cité par LE HOUEROU, 1980) qui donne le chiffre de 10 à 20 kg/arbre/an pour les arbres émondés. Mais, dans les deux cas, ni l'intensité de la pratique ni la dimension des arbres ne sont précisées.

Les résultats d'analyse confirment la teneur élevée des matières azotées totales, équivalente à celle de fanes d'arachide. Toutefois, la digestibilité des feuilles est médiocre comme le sont la plupart des feuillages des ligneux fourragers, à teneur élevée en lignine et tanins.

La composition chimique et la dégradabilité enzymatique des feuilles de *Faidherbia albida* diffère très peu d'une station à une autre et d'un site à l'autre mais aussi d'une période à l'autre. Cependant, pour les feuilles récoltées à Watinoma, en milieu et en fin de saison sèche, la comparaison avec d'autres pays montre que la matière azotée totale (MAT) est plus élevée en début de saison sèche. La valeur nutritive des feuilles serait donc la moins élevée à une période où l'apport fourrager du *faidherbia* est le plus indispensable. Ce n'est vraisemblablement pas le cas. En effet, la plupart des arbres ayant été émondés une première

fois au milieu de la saison sèche, ce sont des repousses que les bouviers prélèvent en fin de saison sèche. Leurs teneurs sont sans doute plus élevées que celles issues de nos analyses.

Malgré une forte variabilité de la forme et de la dimension des fruits, celle de la plupart des éléments minéraux analysés reste limitée. Les teneurs moyennes sont dans l'ensemble faibles, variant peu d'une station à l'autre et encore moins d'un site à l'autre. Nous n'avons pu établir de relation entre la couleur des fruits et la teneur en éléments minéraux et confirmer notamment les avantages nutritionnels des fruits rouges, mentionnés par quelques exploitants. De la même façon, les teneurs et variations en Na et Cl des fruits comme des feuilles ne permettent pas de démontrer que l'espèce ou certains individus contiennent une quantité de sel équivalente à une cure, comme mentionné par certains Peuls.

Pour ce qui concerne le bois de *faidherbia*, sous-produit de l'émondage utilisé comme combustible, les quantités mesurées sont peu différentes de celles estimées ailleurs. Ainsi, en Ethiopie, un émondage de 20 à 35 % du houppier d'un *faidherbia* adulte fournirait de 0,4 à 0,5 m³ de bois/an, sur la base d'un émondage réalisé tous les quatre à cinq ans (POSHEN, 1986). Selon JANSEN et KONTE (1982), cité par MIEHE (1986), des parcs au Sénégal, comptant 40 à 60 *faidherbias*/ha et composés d'arbres jeunes et adultes, produiraient à l'émondage 1,8 à 4 m³ de bois/ha/an selon le site et la dimension des arbres. Le chiffre est assez faible pour de telles densités mais il doit être relativisé en fonction du taux d'arbres émondés et de l'intensité de l'émondage, données qui ne sont pas mentionnées.

La quantité de bois tirée de l'émondage de *faidherbia*, rapportée à l'échelle des parcs de Watinoma, représente annuellement pour la communauté des exploitants plusieurs dizaines de tonnes de combustible, en complément du petit bois extrait des brousses et de l'ébranchage d'autres arbres de parcs. Mais en définitive, les Peuls en sont les principaux bénéficiaires. Cet avantage renforce l'importance stratégique qu'ils accordent à l'espèce et, incidemment, le mécontentement de certains agriculteurs moosés pour lesquels cette exploitation de leurs *faidherbias* est abusive.

*

*

*

CONCLUSION GENERALE

Les parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma sont la marque de communautés bien distinctes. Leur histoire et les fondements de leur organisation sociale et territoriale, encore très vivaces, ont façonné ces systèmes de production qu'il n'est pas surprenant de voir évoluer aujourd'hui différemment.

Si les contextes environnementaux accentuent les contrastes entre les parcs de Dossi et de Watinoma, il apparaît clairement que la dynamique, la structure et le fonctionnement des peuplements étudiés révèlent en premier lieu le poids des facteurs anthropiques.

Les parcs ont en commun d'être des domaines d'exploitation stable et durable. Malgré des tendances évolutives contraires entre Dossi et Watinoma, l'espace parc reste bien circonscrit en matière foncière et d'usages dont les plus vieux exploitants sont les garants. A ce titre, les parcs à *faidherbia* sont encore des lieux de tradition et, d'une certaine façon, "échappent" aux plus jeunes exploitants.

Ainsi, sur le terroir de Dossi qui dispose de larges réserves foncières, le parc est largement négligé par les jeunes agriculteurs focalisés par la culture du coton en brousse, culture de rente exigeante en main-d'oeuvre. Le centre de gravité agricole et économique de Dossi n'est par conséquent plus le parc à *faidherbia* depuis plus d'une génération et, depuis l'avènement du coton, les *faidherbias* et les exploitants ont similairement beaucoup vieilli. A Watinoma, les maigres ressources d'un terroir surpeuplé obligent une partie des jeunes exploitants à chercher du travail hors du village où à dépendre durant de longues années de leurs aînés. L'exploitation des parcs y est donc majoritairement communautaire, orientée sur l'autosuffisance alimentaire et la nécessité d'une production soutenue. C'est pourquoi *Faidherbia albida* suscite tant d'intérêt malgré un comportement a priori contradictoire des exploitants à l'égard de sa régénération. Inversement, à Dossi, l'exploitation sous parc à *faidherbia* s'est fortement individualisée, parallèlement au dessèchement de l'espace cultivé.

Les évolutions actuelles des parcs de Dossi et de Watinoma paraissent donc opposables mais il est improbable que l'évolution du second devienne un jour superposable au stade accompli du premier. Les différences ne s'arrêtent pas là.

Le diagnostic des parcs montre que le niveau technique agricole est à Dossi plus développé qu'à Watinoma. L'usage de la fumure minérale y est plus étendu alors que les sols sont naturellement plus fertiles et la charrue attelée aux boeufs y est d'un usage courant alors que le travail du sol est à Watinoma encore manuel. On peut en conclure que le développement du coton a bénéficié à l'aménagement des terres du parc de Dossi. Mais en seconde analyse, la mécanisation peut être considérée comme un facteur aggravant de l'élimination de la régénération de l'espèce. Quant aux engrais chimiques, leur usage a pu engendrer ou du moins justifier une certaine forme de substitution au rôle fertilisant du *faidherbia* bien que les uns et l'autre soient plutôt complémentaires.

Les cultures sous parc à faidherbia, elles, n'ont pas changé. Les céréales sont la base des systèmes de culture des parcs au point de se succéder à elles-mêmes, sans assolement. Mais cette dominance n'est pas absolue, étant fréquemment intégrée en de multiples associations culturales, plus complexes et composites à Watinoma qu'à Dossi, à l'image de la diversité morphopédologique des parcs et des multiples faciès des peuplements.

A Dossi, si le maïs s'est beaucoup développé aux dépens du sorgho, culture traditionnelle, le coton lui n'y occupe qu'une place marginale. Il reste que la fonction vivrière du parc est devenue secondaire devant la production de maïs réalisée sur champs de brousse et qui nourrit la plus grande part des villageois. On comprend ainsi que l'intérêt porté au faidherbia ait beaucoup diminué malgré toute la reconnaissance encore vouée à l'espèce.

Les enjeux vivriers du parc à faidherbia de Watinoma n'ont évidemment pas la même portée. C'est pourquoi la jachère y est inexistante et les techniques de conservation de l'eau et du sol s'y sont développées d'année en année, au contraire de la situation de Dossi où les terrasses des versants sont de moins en moins entretenues. Un point commun aux parcs est la médiocre intégration de l'agriculture à l'élevage. L'un des particularismes de Watinoma réside d'ailleurs dans le fait que de nombreux troupeaux appartiennent aux Peuls et que l'émondage des faidherbias relève d'une concurrence souvent conflictuelle avec les agriculteurs moosés. Rien de tel à Dossi où l'offre fourragère dépasse de loin les besoins du bétail. C'est par ailleurs le développement de la culture attelée, pour la mise en valeur des champs de brousse, que l'importance fourragère du faidherbia s'est accrue. Avant cette période, les agriculteurs bwamas possédaient peu de bétail et ne tiraient guère profit du rôle fourrager de l'espèce.

Les conditions de gestion des parcs et d'exploitation des faidherbias qui prévalent aujourd'hui résultent en fin de compte d'évolutions assez récentes à travers lesquelles une interprétation de la genèse des parcs a pu être faite.

Dossi est un parc autochtone, d'origine ancienne, construit de façon caractéristique en une vaste auréole centrée sur les quartiers d'habitation. Le témoignage des plus vieux exploitants démontre que la régression est engagée depuis plus d'une cinquantaine d'années, celle-ci ayant été précédée de l'abandon d'un premier parc, témoin d'un premier site d'occupation villageois. Ce peuplement relique, la faible proportion de jeunes faidherbias, la présence quasi-exclusive d'individus séniles au centre du parc, la multiplication des jachères en périphérie et -fait récent- l'apparition de celles-ci au cœur du parc, constituent les signes visibles du déclin. Le mitage de ce parc encore très étendu, à tendance monospécifique et monostrate est bien engagé. Le caractère unitaire du peuplement est non seulement entamé par la jachère mais aussi par des petits vergers de manguiers et, ponctuellement, par le nime (*Azadirachta indica*) qui a déjà envahi de nombreux parcs au Burkina Faso.

Le parc de Watinoma est vraisemblablement hérité de populations ayant précédé l'installation des Moosés. Qu'elle qu'en soit l'origine, sa redensification est récente. Elle s'est faite en une à deux générations par vagues successives : si l'espèce a progressivement colonisé toute la toposéquence de l'aval vers l'amont, elle se présente toutefois sous forme de peuplements discontinus, et très hétérogènes sur un plan structural et floristique. On peut considérer cette situation comme représentative d'une étape précédant une forme plus dense et structurée de parc, attestant que le caractère composite et mutistrate du parc à faidherbia de Watinoma n'est guère le fait des contraintes du milieu. La diversité des espèces accompagnatrices et leurs multiples usages résultent d'un choix délibéré des exploitants, en réponse à leurs besoins fondamentaux et

à l'insuffisance des ressources hors parc. Baobabs, nimes, karités et autres fruitiers, mais aussi l'omniprésente strate arbustive conservée en délimitation parcellaire sur hauts de versant caractérisent les peuplements de Watinoma où *Faidherbia albida* est partout dominée par l'ensemble des autres espèces. Bien que la forte hétérogénéité des sols et les contrastes topographiques consolident les effets de variation floristique et structurale, il ressort que les densités et répartitions spatiales qui s'opposent entre hauts et bas de versant et bas-fonds correspondent, en amont, aux plus longues durées d'exploitation, avec un niveau élevé de fumure, et, en aval, à une mise en valeur récente sur des sols de meilleure aptitude agronomique mais peu ou pas fumés.

Finalement, seuls les sols inondables de Watinoma et les sols vertiques de à Dossi, constituent véritablement une zone de contrainte à la régénération du faidherbia. Au delà de cette mince bande de terre, rien ne s'oppose à la colonisation de l'espace agraire par cette espèce ubiquiste dont l'âge moyen ne dépasse pas 20 à 30 ans, contre le double à Dossi. A la mesure de cette échelle, la relation établie entre l'âge des exploitants ou la durée d'exploitation -généralement élevée- et la densité des arbres et leur dimension se différencie d'un parc à l'autre. A Watinoma, les jeunes exploitants conservent autant de régénérations que les plus âgés, contribuant au renouvellement du parc alors qu'à Dossi les durées d'exploitation les plus brèves, assimilables à des remises en culture sur jachère, sont défavorables à la régénération de faidherbia.

Dans les deux cas, les fortes variations parcellaires de la densité du faidherbia situent parfaitement l'attitude conservatoire des exploitants. Le recrutement de baliveaux est souvent réalisé en quelques années et les micro-parcs, plus ou moins équiennes, peuvent alors compter 50 à 100 individus/ha à côté de parcelles n'en contenant aucun. Une telle variation relativise la notion de densité moyenne sur des parcs aussi hétérogènes que Watinoma. Le parcellaire est donc le révélateur des stratégies d'aménagement des parcs et cette échelle d'interprétation qui a été le support de tous nos relevés, suivis et essais s'impose à celle des conditions environnementales. La plasticité de l'espèce et le degré d'artificialisation que représente un parc à faidherbia appuient cette analyse.

Sur la base du diagnostic et de la connaissance que nous ont livrés les exploitants, savoir relatif à l'aménagement des parcs et à leur renouvellement, l'évaluation de la régénération a conduit à identifier ses modes, son potentiel et ses facteurs limitants et, finalement, à dresser un bilan de la dynamique de l'espèce et du devenir des parcs.

Le schéma commun aux peuplements montre que la régénération du faidherbia se présente principalement sous forme de rejets constitués sur de puissants pivots racinaires eux-mêmes développés au cours de nombreuses années de rabattage des rejets. Semis et drageons affranchis de leur racine mère sont à l'origine de ces cépées dont la sélection appropriée d'un brin assurera une croissance initiale vigoureuse au futur baliveau. Le drageonnement est sans doute la forme originelle dominante à Dossi où les arbres présentent sur tous les sites de longues racines traçantes. La reproduction végétative peut y prendre des formes particulières d'anastomose racinaire et être parfois envahissante. A Watinoma, les arbres ont généralement un enracinement pivotant. Le drageonnement est cantonné aux sols les plus superficiels, sur cuirasse, ou hydromorphes, sur nappe sub-affleurante, qui ont des effets comparables sur l'enracinement. Mais comme les semis sont assez rares, il est probable que la régénération sexuée de l'espèce soit plus fréquente qu'il n'y paraît. C'est une conclusion qui peut être faite pour la période actuelle où l'émondage intense des arbres hypothèque la production de fruits et de semences. A ce facteur limitant s'ajoutent les effets dévastateurs des insectes spermatophages et la prédation du bétail qui

marginalisent le potentiel séminal. Par la suite, les aléas climatiques et, plus que tout autre facteur, le sarclage, éliminent la quasi-totalité des levées. Les rangs des survivants s'éclairciront sous l'effet conjugué de la sécheresse, de l'abroustissement et du piétinement des semis par le bétail. Le rôle de celui-ci est d'ailleurs antinomique car l'animal n'est pas qu'un prédateur de semences. Les graines issues du transit intestinal, les plus résistantes, germeront par échelonnement au cours de la saison des pluies et non massivement à la première pluie. Ce différé dans le temps est un avantage écologique reconnu en zone sèche. L'homme tient un rôle également essentiel dans la redistribution des semences qu'il effectue en épandant du fumier sur ses champs, le potentiel de reproduction sexuée augmentant avec la quantité et la fréquence des applications. Mais les contraintes existent également à ce niveau-là : prédation par les termites sur les parcs et pourrissement des graines stockées en fosse fumièrre. La toxicité ammoniacale peut s'étendre aux champs entourant les corrals sur lesquels les Peuls disent n'avoir jamais observé de germinations de *faidherbia*.

En définitive, les contraintes qui s'étendent de la fructification à la germination sont plus importantes à Watinoma qu'à Dossi mais l'élimination de la régénération par les exploitants est plus sévère à Dossi. Y sont d'ailleurs éliminés un plus grand nombre de baliveaux et d'arbres adultes qui s'ajoutent aux mortalités également plus élevées d'arbres séniles ou en mauvais état sanitaire.

Entre le développement du rejet et la sénescence de l'arbre, les stades architecturaux de l'espèce ont été reconnus et les croissances mesurées. Les individus de Dossi ont, dès leur croissance initiale, un port plus élancé que ceux de Watinoma qui sont plus charpentés. L'émondage accentue la différence au stade adulte. Le fait que les arbres de Dossi soient peu ou pas émondés fait d'ailleurs ressortir une déportation significative du houppier vers le sud, correspondant à la position du soleil solaire en saison sèche. L'analyse comparative du développement architectural confirme à Dossi la dominance des individus adultes à vieillissants au houppier caractéristique en dôme. A Watinoma, la majorité des arbres ont un houppier en forme de pyramide inversée, typique d'individus jeunes à adultes. Le port de ces derniers est maintenu par l'émondage, au delà du stade physiologique correspondant.

Bien que les conditions climatiques et pédologiques soient plus favorables à Dossi qu'à Watinoma, les arbres du second parc affichent les plus forts accroissements. L'accroissement annuel moyen sur le rayon y est de l'ordre d'un cm, soit 2 fois plus qu'à Dossi, avec il est vrai de fortes variabilités individuelles.

Cette croissance rapide de l'espèce à Watinoma paraît liée à l'émondage qui prolonge la croissance de plusieurs mois en saison des pluies et induit une intensité de la feuillaison alors plus élevée qu'elle ne l'est en saison sèche, et cela malgré la réduction du houppier et donc de la surface de photosynthèse. La croissance est même quasi continue pour certains individus tardivement émondés en fin de saison sèche. Il est de plus probable que l'émondage amoindrisse les différences entre sites, comme c'est le cas sur hauts et bas de versant à Watinoma. Mais si les arbres du site le plus xérique poussent aussi vite que ceux du site aval, mieux alimenté en eau, c'est que leurs racines ont accès à la nappe d'eau. L'exception vient à nouveau des sols vertiques dont les conditions de saturation en eau contraignent la croissance des arbres. Les arbres présentent sur les sites, les plus mal drainés des systèmes racinaires mixtes, à longues racines traçantes et souvent drageonnantes.

En regard des accroissements mesurés sur cernes, si les âges moyens ont pu être déterminés et confrontés aux estimations d'âge des exploitants, on retiendra qu'il existe une très forte variabilité individuelle au sein d'un même site, l'interprétation de cernes sur carottes de bois d'arbres émondés pouvant être imprécise.

Un second point est qu'il conviendrait de rapporter l'âge et la croissance des arbres au pivot racinaire d'où ils sont issus -ce qui est irréalisable car destructeur- afin de comprendre certaines variations. L'évaluation de l'âge de cépées extraites des sols de Watinoma, étalonnée sur des pivots d'arbres plantés et d'âge connu, a montré que leur rabattage pouvait avoir été réalisé durant 20 à 30 ans. Le fait qui relativise donc d'autant l'âge des arbres tarbiérés. Cette très longue phase de latence avant le recrutement de rejets dans la classe des baliveaux est dépendante de la volonté des exploitants de sélectionner et d'entretenir les plus beaux brins, des "accidents" pouvant bien sûr intervenir, ce qui est la raison fréquemment avancée par les exploitants. Le dessouchage ou le rabattage de la plupart des brins sélectionnés avec les exploitants de Dossi sur leur champs confirme le désintérêt grandissant pour l'espèce.

L'exploitation de l'espèce se résume à la coupe occasionnelle de bois, à l'écorçage et surtout à l'émondage et au gaulage des fruits pour le bétail. L'exploitation de l'arbre entier est assez rare, n'ayant été observée qu'à Dossi à des fins artisanales. Le prélèvement d'écorces à des fins médicinales affecte surtout les arbres adultes et les plus proches des quartiers d'habitation. Bien que l'espèce ait une excellente aptitude à cicatriser ses plaies, l'écorçage répété favorise le développement de chancres. Par contre, l'émondage élimine les branches dépérissantes ou parasitées et réjuvenilise les arbres.

L'émondage des faidherbias est le premier objectif d'exploitation de l'espèce pour les Peuls de Watinoma. Ils sont les principaux exploitants d'arbres qui appartiennent aux agriculteurs devenus concurrents. En effet, pour ces derniers, aujourd'hui majoritaires à posséder du bétail, la fonction fourragère de l'espèce est à peine moins importante que celle fertilisante des sols. Il en va de même à Dossi mais à l'opposé de Watinoma, fruits et surtout feuilles sont en surabondance pour les troupeaux.

La pratique elle-même différencie fortement les parcs dans leur fonctionnement, leur structure et leur dynamique. Les effets de l'émondage s'étendent au rythme phénologique, à la croissance et aux productions de l'arbre et, sans doute, aux relations arbre-sol-culture, ce dernier aspect n'ayant pas été expérimenté.

Les Peuls ont un grand savoir-faire de l'émondage. En jouant avec la date, la fréquence et l'intensité des coupes, en fonction de la saison et du site, ils peuvent tirer le maximum des productions de fruits puis de feuilles au cours de la saison sèche, sans compromettre la survie des arbres soumis à des émondages répétés.

Malheureusement, sur le terrain, la surexploitation est de règle et hypothèque la production fruitière : quelques kg de fruits par arbre et par an et parfois rien. A Dossi, les arbres non émondés en produisent plusieurs dizaines de kg. Qu'il s'agisse d'émondage total, expérimentalement testé ou d'émondage partiel, réitéré deux à trois fois dans la saison comme c'est le cas à Watinoma, le bilan est négatif pour la régénération sexuée et le renouvellement des peuplements.

La floraison et la fructification, maximales chez les plus gros arbres non émondés, sont peu différenciées d'un site à l'autre à Dossi alors qu'à Watinoma les arbres sont plus fructifères sur le site amont, xérique. Dans les deux cas, pour des arbres de même dimension, non émondés et sur un même site, la variation de la biomasse en fruits est très forte d'un semencier à l'autre. Elle l'est plus encore pour la forme, la dimension et la couleur des gousses, les plus gros fruits étant produits sur les sites les plus humides. Par contre, la composition minérale de ces gousses varie très peu et indépendamment de leur variation morphologique. C'est aussi le cas de leur composition chimique et de leur dégradabilité enzymatique d'un site ou d'une station à l'autre comme au sein d'un même site. Sur ce plan, la différenciation entre parcs n'est pas caractéristique et les analyses ne permettent pas de distinguer des producteurs de fruits de meilleure qualité nutritive que d'autres.

La production feuillée, évaluée sur émondage total, apparaît quant à elle plutôt stimulée par les coupes. Les arbres les plus intensément émondés sur le terroir le plus soumis à la sécheresse, Watinoma, sont plus vigoureux à rejeter de tête et les plus producteurs : 5 à 40 kg de feuilles sèches par an selon la dimension de l'arbre, soit l'équivalent en poids des productions de fruits. Le suivi phénologique des arbres a permis de préciser les conséquences de l'émondage sur la feuillaison, notamment la prolongation de celle-ci jusqu'au milieu ou à la fin de la saison des pluies, l'intensité et l'étendue de la refeuillaison augmentant avec l'intensité de l'émondage. Il reste que les coupes successives engendrent des décalages et des chevauchements dont les effets sur les cultures associées sont délicats à interpréter.

L'espèce connue pour l'inversion saisonnière de sa feuillaison -particularisme donné comme un avantage pour les cultures sous-jacentes alors peu ombragées- présenterait donc à Watinoma les caractéristiques d'un arbre d'ombrage, compétitif. Il n'en est rien car selon les exploitants, cet ombrage est léger voire nécessaire et l'effet bénéfique des apports organiques d'origine végétale (litières) et animale (fumure) sur les cultures associées n'apparaît pas affecté. On peut ici formuler une hypothèse complémentaire sur la base d'observations faites à Dossi par ROUPSARD (com. pers.). Celui-ci a relevé un grand nombre de nodules fixateurs d'azote sur des racines superficielles de *faidherbias* adultes refeuillant en début de saison des pluies. Cette refeuillaison, déclenchée par un émondage de fin de saison sèche, réactiverait donc la nodulation dans le voisinage de l'arbre, servant la demande en azote des cultures associées. Cet avantage, s'il était confirmé, contrebalancerait l'inconvénient généralement admis que représente l'émondage: réduction de la surface du houppier, exportation de la biomasse feuillée correspondante et baisse probable du rendement des cultures associées. En définitive, hormis le cas des émondages les plus excessifs; prélevant des branches maîtresses (bois), et dans la mesure où l'arbre refait rapidement son houppier, l'effet améliorateur sur les sols et les cultures n'apparaît guère affecté.

Des essais complémentaires mériteraient d'être mis en place afin de déterminer les conditions de cet effet. Mais on peut avancer que la densification des parcs, et par conséquent une bonne gestion de la régénération, servirait mieux l'amélioration des sols via la multiplication des effets individuels de l'espèce et l'effet parc associé (LIBERT, 1992) que le contrôle de la réduction du houppier.

Quoiqu'il en soit, l'espèce a la capacité de produire d'année en année, sur émondage total, une production soutenue, les maxima étant réalisés sur les sols profonds et humides des bas de versant de Watinoma. L'opposition est à nouveau totale entre les parcs de Dossi et Watinoma, révélatrice de niveaux de pression distincts sur la terre et les arbres. A Dossi, l'émondage des *faidherbias* est faible à nul ; on se satisfait avant tout de l'abondante fructification comme d'un

complément fourrager très apprécié pour les boeufs de labour. La digestibilité des fruits est d'ailleurs meilleure que celle des feuilles. A Watinoma, l'émondage est devenu abusif en raison de l'insuffisance des ressources fourragères, aux dépens de la fructification, de l'arbre lui-même mais aussi de la communauté des agriculteurs et des éleveurs réciproquement frustrés. Cette situation a déjà modifié le comportement de quelques agriculteurs sur le site aval en matière de renouvellement d'un parc dont l'exploitation leur échappe, ne laissant au sol que des épines qui les blessent.

L'effet de l'arbre sur le sol et les cultures a été clairement démontré. Il s'étend jusque dans la zone limitrophe du houppier. Il est plus important pour les grands arbres que pour les petits. Il atteint des maxima sur les sites naturellement les plus défavorisés et les plus touchés par la sécheresse. C'est donc à Watinoma, sur les hauts de versant, que les effets sont les plus marqués. Cependant, aux effets induits par l'arbre s'ajoutent ceux du fumier, en quantité toujours plus élevée sous l'arbre. C'est donc la conjugaison de ces facteurs qui contribue à l'amélioration de la fertilité des sols et du rendement du sorgho.

A Dossi, les effets de l'arbre sont atténués en raison de la bonne fertilité des sols mais sans doute aussi parce que le parc, par sa densité, la grande dimension des arbres et la régularité de leur distribution spatiale, homogénéise les effets. C'est donc le cas inverse de Watinoma où l'effet des arbres -généralement dispersés pour les plus grands- est fortement individualisé et ce d'autant plus que les arbres y concentrent le bétail et donc le fumier en saison sèche. Mais à Watinoma comme à Dossi, ce sont les teneurs en carbone et azote qui sont le plus améliorées par l'arbre. L'écart atteint près de 50 % entre les zones sous et hors houppier. Phosphore, potassium, calcium et magnésium le sont dans de moindres proportions et avec beaucoup de variation d'un site à l'autre mais aussi d'un arbre à l'autre. L'humidité pondérale du sol est également influencée par l'arbre et une tendance amélioratrice de la teneur en éléments fins sous le houppier des *faidherbias* a été mesurée. Ces résultats consolident l'importance que représente l'arbre dans les milieux les plus exposés à la sécheresse et à l'érosion tels que Watinoma. Sur ce plan-là, il est hautement probable qu'un émondage sévère, réduise les effets d'amélioration du sol et de conservation de l'eau, notamment en affectant l'ETP dans des proportions qui restent à évaluer.

Quant à l'amélioration des paramètres agronomiques, elle touche principalement les variables du rendement. Comparativement aux meilleurs effets enregistrés sur les sols (C et N), le gain en rendement des cultures est multiplié par 2 à 3, avec là-encore de fortes variations d'un site à l'autre, d'une saison à l'autre, en fonction de la dimension de l'arbre mais aussi de la culture. Ainsi, le maïs apparaît à Dossi beaucoup plus sensible aux effets de l'arbre que le sorgho. L'évolution des pratiques culturales du parc qui depuis une vingtaine d'années a vu le maïs se développer aux dépens du sorgho, via la diffusion des engrais et de variétés améliorées, sert cette différence.

Si on fait le bilan des gains induits par l'arbre en tenant compte d'une part, de la densité des parcs, de la dimension des arbres et, d'autre part, de l'étendue et de la variation des effets jusqu'en zone limitrophe de l'arbre, on peut estimer que l'amélioration n'affecte pas plus de 25 % de la surface du parc à Dossi et environ 10 % à Watinoma. Rapporté au rendement en grains des cultures, ce gain paraît très modeste, variant autour de 10 % si on le rapporte à l'échelle des parcs. Mais, à l'échelle du parcellaire, l'amélioration peut être beaucoup plus conséquente, notamment à Watinoma où les écarts entre les zones sous et hors houppier sont les plus élevés. Le gain pour l'exploitant qui dispose de quelques *faidherbias* adultes sur sa parcelle d'un quart à un demi-hectare varie de 20 à 30 %. Il peut atteindre 50 % dans les meilleurs cas de recouvrement de l'arbre ou lors des années les plus critiques.

C'est cette évaluation, sous une forme empirique, qu'ont les exploitants de Watinoma et qui constitue la motivation principale à la densification actuelle des peuplements de faidherbia. Cette dynamique est encore modeste et fragile, contrainte nous l'avons vu par de multiples facteurs. Elle est même volontairement contenue par la préférence accordée à la diversification des espèces qui répond aux multiples besoins des exploitants de Watinoma.

Mais ceux-ci ont-ils d'autres alternatives que de multiplier faidherbia pour maintenir la fertilité de leurs sols et se nourrir ? L'usage étendu d'engrais chimiques n'est pas à leur portée économique. Seule, une meilleure intégration de l'élevage à l'agriculture pourrait améliorer la situation et consolider durablement les avantages écologiques et économiques du parc à faidherbia.

Paradoxalement, Dossi qui dispose de meilleures conditions stationnelles et, à ce jour encore, d'un très beau parc à faidherbia présente de sombres perspectives. Tous les indicateurs que nous avons utilisés conduisent à prédire à moyen terme une disparition du parc sur plus de la moitié de sa surface et, ailleurs, une forte dégradation.

Deux facteurs pourraient accélérer cette évolution ou au contraire, la freiner, voire l'inverser. Ce sont les migrants moosés et le coton. Les premiers, de plus en plus nombreux à Dossi, pourraient en s'appropriant progressivement le parc à faidherbia lui substituer d'autres espèces tel que le karité mais, pourquoi pas, stabiliser le parc voire le redynamiser, l'histoire de Watinoma se répétant à Dossi. La dépendance économique des villageois vis-à-vis du coton peut conduire à une destructuration totale de la communauté mais aussi à une paupérisation telle qu'elle incite à revenir aux cultures vivrières et au parc à faidherbia. Il faut donc certainement se garder d'un jugement définitif sur le devenir des parcs à faidherbia de Dossi et de Watinoma que régissent, plus que toute contrainte écologique, les facteurs sociaux et économiques.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- AARONSOHN, M. A., 1913** - Notules de phytogéographie palestinienne. (I) Une station peu connue d'*Acacia albida* Del. en Palestine. Bull. Soc. Bot. Fr. n° 60, pp. 495-503.
- A.C.C. - G.R.I.Z.A. (LAT), 1983** - Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes pâturés sahéliens de Haute-Volta. Synthèse des résultats du Programme, GERDAT/CNRST Ouagadougou, 124 p.
- ADAM HAMID A.H., 1985** - A preliminary proposal for a Research and Development programme on *Acacia albida* in Southern Darfur Province, ronéo, 6 p.
- AGBAHUNGBA G. et D. DEPOMMIER, 1989** - Aspects du parc à karités-nérés (*Vitellaria paradoxa* Gaerth.f. *Parkia biglobosa* Jacq. Benth.) dans le sud du Borgou (Bénin). Bois et Forêts des Tropiques n° 222, 4ème trimestre 1989, pp 41-541.
- AGGARWAL R. K. et al., 1976** - Studies on soil physico-chemical and ecological changes under twelve years old five desert tree species of Western Rajasthan, Indian Forester, déc. 76, pp. 863-872.
- AKPO E. et GROUZIS M., 1993** - Interactions arbre/herbe en zones arides et semi-arides d'Afrique: état des connaissances. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest", 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC ; 14 p.
- ALEXANDRE D. Y. et OUEDRAOGO J. S., 1992** - Variations in roots morphology of *Faidherbia albida* in relation to soil and agronomic effects. In *Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics : proceedings of a workshop, Niamey, Apr. 1991, ICRISAT/ICRAF, pp. 107-110.
- ALONI R., 1973** - Studies of *Acacia albida* Del. in Israel, Israel Journal of Botany, vol. 22, n° 3, p. 202.
- ANDERSON, J., 1985** - Somme notes on the ecology of *Acacia albida* with special reference to its "reverse deciduous cycle". Givnish Tropical Ecology, Printemps 1985, 45 p.
- ANONYME, 1968** - Report on two consignements of Haraz (*Acacia albida*) from the Republic of the Sudan. Ministry of Technology Forest of Products Research Laboratory, 8 p.
- ANONYME** - A note on *Acacia albida*, School of Environmental and Life Sciences, Murdoch (Australie), extraits sans date.
- ARBELOT B., 1993** - Prédiction de la valeur nutritive des feuilles de fourrages ligneux tropicaux. CIRAD-EMVT/Projet CEE-ST2/215, 36 p.
- AUBREVILLE A., 1933** - Les Acacias de l'Afrique Occidentale Française : Comptes-rendus de l'Association Colonies-Sciences.
- AUBREVILLE A., 1937** - Remarques écologiques sur la distribution géographique de quelques espèces d'Acacias en Afrique Occidentale. Revue de Bot. appliquée, p. 796.
- AUBREVILLE A., 1950** - Flore forestière soudano-guinéenne. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 523 p.
- BALIMA R., 1989** - Contribution à la sélection et à l'établissement d'un verger à clones de *Acacia albida* Del. Mémoire de fin d'études, Inst. Pol. Rural de Katibougou, 88 p. + annexes.
- BARLET P., 1962** - La Haute-Volta (Essai de présentation géographique). Etudes voltaïques. Mémoire n° 3, IFAN-ORSTOM, pp. 5-77.

- BARRAL H., 1968** - Tiogo, étude géographique d'un terroir Laba (Haute-Volta). Atlas des structures agraires au sud du Sahara, n° 2. ORSTOM, MOUTON, 72 p. + cartes.
- BAUMER M., 1987** - Le rôle possible de l'agroforesterie dans la lutte contre la désertification et la dégradation de l'environnement, CTA/ICRAF, 260 p.
- BAUMER M., 1994** - Forêts - parcs ou parcs arborés, BFT n° 240, pp 53-66.
- BEBAWI F.F. et MOHAMED S.M., 1982** - Effect of irrigation frequency on germination and on root and shoot yields of Acacia species. Plant and Soil, n° 65, pp. 275-279.
- BELEM C., 1985** - Coton et systèmes de production dans l'ouest du Burkina Faso, Thèse 3ème cycle, Univ. P. Valéry, Montpellier, CIRAD-IRCT, 344 p.
- BELSKY A. J. et al. 1989** - The effects of trees on their physical chemical and biological environment in a semi-arid savanna in Kenya. J. Appl. Ecol. 26 (3) : 1005-1024 (2413).
- BENOIT M., 1972** - La genèse d'un espace agraire Mossi en pays Bwa (Haute Volta). L'Espace Géographique n° 4, Paris VIè, pp. 239-250.
- BENOIT M., 1973(a)** - Le champ spatial mossi dans les pays du Voun-Hou et de la Volta Noire (cercle de Nouna Haute-Volta). Cahiers ORSTOM, série Sciences Hum., vol. X, n° 1, pp. 47-114.
- BENOIT M., 1973(b)** - Espaces agraires mossi en pays bwa, ORSTOM, Ouagadougou, tome 1, 146 pages + annexe.
- BENOIT M., 1977** - Mutation agraire dans l'Ouest de la Haute-Volta, le cas de Daboura (Sous- préfecture de Nouna), 111 p.
- BENOIT M., 1982** - Oiseaux de mil, les Mossi du Bwamu (Haute-Volta). ORSTOM, collection Mémoires n° 95, 116 p.
- BERGER M., BELEM P.C., DAKOUO D. et HIEN V., 1987** - Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. Cot. Fib. Trop., 1987, vol. XL11, Fasc. 3, pp. 201-207.
- BERNARD C. et PELTIER R., 1994** - Etude du parc agroforestier d'un terroir sénoufo au nord de la Côte d'Ivoire. Utilisation d'un SIG pour cartographier les parcelles cultivées et corrélér le type d'arbre avec les différentes données agronomiques et socio-économiques ; in Symposium Int. sur les Recherches-Système en agriculture et développement rural ; Montpellier, France, 21-25 nov. 1994, pp. 404-410.
- BERNARD C., OUALBADET M., OUATTARA N. et PELTIER R., 1995** - Parcs agroforestiers dans un terroir soudanien. Cas du village de Dolekaha au nord de la Côte d'Ivoire, BFT n° 244, 2ème trim., 1995, pp. 25-42.
- BERTEYLSSEN M. et KABORE D., 1993** - Effets de la densité des arbres sur les rendements du sorgho et du mil : cas de deux villages du Plateau Central du Burkina Faso. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest", 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC, 18 p.
- BILLAND A. et DIALLO B. O., 1991** - Amélioration des ligneux soudano-sahéliens. Activités 1990-1991. Stratégies et perspectives, IRBET/CNRST, nov. 1991, 195 p.

- BILLAND A. et de FRAMOND H., 1991** - Variabilité génétique d'*Acacia albida* (synonyme *Faidherbia albida*) en essais comparatifs de provenances au Burkina Faso, in : Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Gpe d'Etude de l'Arbre/OSS/J. Libbey éd., pp. 235-248.
- BILLAND A., 1992** - Variability of *Faidherbia albida* in progeny trials in Burkina Faso. In *Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics : Proceedings of a Workshop, Niamey, pp. 71-75.
- BLONDEL D., 1967** - Premiers résultats sur la dynamique microbienne de l'azote dans deux sols du Sénégal. I.R.A.T., Bambey.
- BONKOUNGOU E. G., 1985** - *Acacia albida* Del. un arbre à usages multiples pour les zones arides et semi-arides. Ressources génétiques forestières, information n° 13, F.A.O., pp. 38-45.
- BONKOUNGOU E. G., 1987** - Monographie d' *Acacia albida* Del., espèce agroforestière à usages multiples, IRBET/CNRST, 92 p + annexe.
- BONKOUNGOU E. G., 1991** - Fonctions socio-culturelles et économiques d'*Acacia albida* en Afrique de l'Ouest. ICRAF, BURKINA FASO, 9 p.
- BONKOUNGOU E. G. et OUEDRAOGO S., DIANDA M. et BILLAND A., 1988** - *Acacia albida* Del. en agroforesterie : stratégie d'amélioration du matériel végétal. Com. faite aux journées scient., Univ. Ouagadougou CNRST, 31 mai - 4 juin 1988, IRBET-CTFT, 24 p.
- BOUDET G., 1972** - Etude agrostologique de la cinquième région du Mali (région de Mopti). Et. agrost. n° 37, I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, septembre 1972.
- BOUDET G. et LEBRUN J. P., 1986** - Catalogue des plantes vasculaires du Mali. I.E.M.V.T., Maisons-Alfort, 480 p.
- BOULET R., 1968** - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région : centre nord, ORSTOM Dakar-Hann, Sénégal, 351p.
- BOULET R., 1974** - Toposéquence de sols tropicaux en Haute-Volta : équilibre dynamiques et bioclimats. Thèse, Université L. Pasteur de Strasbourg, 328 p.
- BOURREIL P., 1968** - Sur un indice d'appréciation de l'appétence des herbivores pour certaines plantes de la Province de Darfour (Soudan). JATBA, T. XV, n° 4-5-6, avril-mai-juin 1968, pp. 200-201.
- BOURKE D. O. 1963** - The West African Millet crop and its improvement. Afr. Soils, n° 8, pp. 121-142.
- BOUSSIM I. J., SALLE G. et GUINKO S., 1993** - *Tapinanthus*, parasite du karité au Burkina Faso. 1ère partie : Identification et distribution. BFT, n° 238, pp. 45-52.
- BOUSSIM I. J., SALLE G. et GUINKO S., 1993** - *Tapinanthus*, parasite du karité au Burkina Faso. 2ème partie : Phénologie, biologie et dégâts. BFT, n° 238, pp. 53-64.
- BOUTILLIER J. L. 1964** - Les structures foncières en Haute-Volta. Notes et Documents. Etudes voltaïques - Mémoire n° 5, Centre IFAN-ORSTOM, Ouagadougou, 181 pages + annexes.
- BRENAN J. P. M., 1959** - Flora of Tropical East Africa : Leguminosae Mimosidea. Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London.
- BRENAN J.P.M., 1983** - Manuel sur la taxonomie des espèces d'acacias. F.A.O., Rome, 53 p.

- BROUWER J., GEIGER S. et VANDENBELDT R. J., 1992** - Variability in the growth of *Faidherbia albida*: a termite connection ? In "Faidherbia albida in the West African semi-arid tropics : Proceedings of a Workshop", Niamey, pp. 131-135.
- BRUNCK F., 1972** - Compte-rendu d'un déplacement effectué au Niger. Première étude sur le dépérissement des Gaos dans les arrondissements de Magaria et de Matameye, C.T.F.T., Nogent-sur-Marne, 10 p.
- BUNASOLS, 1985** - Etat de connaissance de la fertilité des sols du Burkina Faso. Doc. technique n° 1., MAE/Ass. Bil. neerlandaise, 50 p.
- CAPRON J., 1964** - Bibliographie générale des Bwa. Etudes voltaïques, notes et documents. Mémoire n° 5, IFAN-ORSTOM, Ouagadougou, pp 201-205.
- CAPRON J., 1965** - Anthropologie économique des populations Bwaba, Mali, Haute-Volta. Introduction à l'étude des communautés villageoises, fasc. 1 et 2, CNRS-CVRS, 474 p.
- CAPRON J., 1973** - Communautés villageoises Bwa, Mali-Haute Volta, Tome 1, Fascicule 1. Muséum Nat. Hist. Nat./Institut d'Ethnologie, 317 p.
- CASENAVE et VALENTIN, 1989** - Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration, ORSTOM, 229 p.
- CAZET M., 1987** - La régénération artificielle de *Faidherbia albida* en zone sahélienne. Plantations ou semis direct? Premiers résultats de l'expérimentation conduite à Thienaba (Sénégal) en 1986, DRPF/ISRA, 49p.
- CHARREAU C. et NICOU R., 1971** - L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques (d'après les travaux des chercheurs de l'I.R.A.T. en Afrique de l'Ouest). L'Agronomie Tropicale, février 1971, vol XXVI, n° 2, pp. 209-255.
- CHARREAU C. et VIDAL P., 1965** - Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, la nutrition minérale et les rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. L'Agronomie Tropicale, j-jt 1965, vol XX, n° 6-7, pp. 600-625.
- CHEVALIER A., 1928** - Révision des Acacias du Nord, de l'Ouest et du Centre africain. Revue de Botanique Appliquée, n° 8, pp. 645-650.
- CHEVALIER A., 1934** - Nouvelles observations sur quelques Acacias de l'Afrique occidentale. Revue de Botanique Appliquée, n° 14, pp. 875-884.
- CHEVALIER A., 1953** - Un arbre de grand avenir dans les pays sub-désertiques chauds, spécialement sur les confins du Nord et Sud du Sahara. Revue Intern. de Botanique Appliquée n° 33, pp. 364-365.
- CHEVALLIER M.H., SOGNA M., SARR A.S. et DANTHU P., 1992** - Morphological variability of pods of four *Faidherbia albida* Provenances in Senegal ; in : *Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics ; Proceedings of a Workshop ; 22-26 April, 1991, Niamey, ICRAF/ICRISAT, pp. 67-70.
- CIRAD, 1992** - Initiation aux techniques graphiques. Sémin. Mission Biométrie CIRAD, Montpellier, 2-4 sept 1992.
- CIRAD-EMVT, 1994(a)** - La complémentarité minérale. Fiches techniques d'élevage tropical. Ressources alimentaires - Fiche n° 9, sept. 1994. Min. Coop. et Dvpt/CIRAD-EMVT, 12 p.

- CIRAD-EMVT, 1994(b)** - Valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique Centrale et Occidentale. Rapport succinct pour la CEE-DG XII ST2.A/89/215 F, 28 p. + annexe.
- CIRAD-Forêt, 1996** - Les parcs à faidherbia. Cahiers scientifiques n° 12 du CIRAD-Forêt. CIRAD-CORAF-ORSTOM, 311 p.
- CISSE M. I., 1980** - Production fourragère de quelques arbres sahéliens : relations entre la biomasse foliaire maximale et divers paramètres physiques. Colloque CIPEA sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 203-212.
- CISSE M. I., 1984** - Synthèse des essais d'ébranchages pratiqués sur quelques arbres fourragers sahéliens de 1978 à 1983. Document de Programme n° AZ 103, C.I.P.E.A., Bamako, 18 p.
- CISSE M. I., 1992** - Les parcs au Mali : Bilan des Recherches : Développement et Perspectives de recherches. Atelier régional d'évaluation et de planification du Réseau SALWA, Ouagadougou, diffusion limitée, 21p.
- CISSE M. I. et KONE A. R., 1992** - The fodder role of *Acacia albida* Del. : extent of knowledge and prospects for future research. In "*Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics : Proceedings of a Workshop", 22-26 Apr. 1991 Niamey, ICRAF-ICRISAT, pp 29-37.
- CNLV, 1976** - Comment transcrire correctement le Mooré ; Com. Nat. des Langues Voltaïques/UNESCO, 1976, 24p.
- C.N.S.F., 1989** - Développement agroforestier par la régénération de *Acacia albida* et autres espèces locales (1ère phase). Etude phytogéographique et botanique (rapport provisoire). Projet UNSO/BKF/85/X01/MET, 60p.
- COMPAORE M.E., 1992** - Contribution à l'étude des insectes ravageurs des semences de trois espèces ligneuses au Burkina Faso : *Acacia albida* Del., *Acacia nilotica* var *adansonii* (Guill et Perr.) O. Ktze et *Bauhinia rufescens* Lam., IDR/CNSF, mémoire de fin d'études, 114 p.
- C.T.F.T., 1973** - Note sur le Gao - Janvier 1973, CTFT-Niger, 17 p.
- C.T.F.T. (sd)** - Recherche sur *Acacia albida* - Relation entre croissance et la pluviométrie. Action de l'engrais sur la croissance. Dakar, CTFT Sénégal.
- CTFT, 1982** - Fiche monographique. Bilan *Acacia albida* Del., C.T.F.T - Haute-Volta, 8 p.
- CTFT, 1988** - *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (synonyme *Acacia albida* Del.), Monographie CTFT, 71 p.
- CTFT, 1989** - *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Synonyme : *Acacia albida* Del.). Caractères sylvicoles et méthodes de plantation, Bois et Forêts des Tropiques n° 222, pp. 55-68.
- CTFT/EMVT, 1980** - Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. Etude quantitative dans la zone sud de la mare d'Oursi (Haute-Volta), GERDAT/CTFT/IEVMT, 213 p.
- CUTLER D. F., 1969** - The vegetative anatomy of *Acacia albida* Del., Kew Bulletin, vol. 23, n° 2, pp. 203-208.
- DAKIO V., 1986** - Etude de l'influence d'*Acacia albida* sur les cultures de petit mil et de sorgho. Mémoire de fin d'études de l'Institut du Développement Rural, Ouagadougou, 35 p.
- DANCETTE C., 1966** - Etude de six microclimats à Bambey - Influence des brise-vent. I.R.A.T., C.N.R.A., Bambey, n° 6, 12 p.

- DANCETTE C., 1968** - Note sur les avantages d'une utilisation rationnelle de l'*Acacia albida* (Faidherbia, Kad, Sas) au Sénégal, IRAT/CNRA Bambey, 5 p.
- DANCETTE C., 1979** - Agroclimatologie appliquée à l'économie de l'eau en zone soudano-sahélienne. L'Agronomie tropicale, octobre-décembre 1979, vol. XXXIV, n° 4, pp. 331-355.
- DANCETTE C., 1982** - Protocole "régénération du sol" à Ndiemane, ISRA/CNRA de Bambey ronéo, 5 p.
- DANCETTE C. et NIANG M., 1979** - Rôles de l'arbre et son intégration dans les systèmes agraires du nord du Sénégal. Note rédigée pour le "Séminaire CRDI sur le rôle des arbres au Sahel", Sénégal 5-10 mai 1979, ISRA/CNRA Bambey, 13 p.
- DANCETTE C. et POULAIN J.F., 1968** - Influence de l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. Sols Africains, vol. 13, pp. (3), 197-239.
- DANCETTE C. et SARR P.L., 1985** - Dégradation et régénération des sols dans les régions Centre-Nord du Sénégal (Cap-Vert, Thiès, Diourbel, Louga). I.S.R.A./Dép. Systèmes et Transfert, Dakar, Travaux et Documents n° 2, 22 p.
- DAVIES C., 1984** - Multiplication végétative in vitro de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (*Acacia albida* Del.) D.E.A., Université de Dakar, 69 p.
- DELWAULLE J. C., 1976** - Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification et sa contribution au développement. Consultation C.I.L.S.S./U.N.S.O./F.A.O. sur le rôle de la forêt dans un programme de réhabilitation du Sahel, Dakar, 26 avril-1er mai 1976.
- DELWAULLE J. C., 1977** - Etude de factibilité du projet de développement agricole intégré de Dosso. Annexe 1. Note sur le Gao. Ministère des Forêts et Faune, Niamey.
- DELWAULLE J. C., 1979** - Plantations forestières en Afrique tropicale sèche. Bois et Forêts des Tropiques, n° 188, pp. 3-29.
- DELWAULLE J. C. et MIALHE P., 1974** - Observations sur la foliation d'*Acacia albida*, C.T.F.T., Niger/Haute-Volta, 7 p.
- DEMBELE P., 1994** - Ecophysiologie de *Faidherbia albida*, sa répartition et son effet agronomique. Mémoire de fin d'études IDR/IRBET/ORSTOM, 70 p.
- DEPOMMIER D., 1993** - Production fruitière et devenir des semences de *Faidherbia albida* en parc : la part des insectes spermatophages et du bétail dans la régénération de l'espèce à Watinoma, Burkina Faso. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest" ICRAF/IRBET/LTC, Ouagadougou, 25-27 oct. 1993, 16 p.
- DEPOMMIER D., BERNARD et SANE O. 1995** - Analyse cartographique et caractérisation des parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma (Burkina Faso) par photographie aérienne, télédétection et SIG. Com. faite au Symposium AOCASS/ORSTOM sur la "Surveillance des sols dans l'environnement par télédétection et SIG", 6-10 fév. 1995, 15 p.
- DEPOMMIER D. et DETIENNE P., 1996** - Croissance de *Faidherbia albida* dans les parcs du Burkina Faso. Etude des cernes annuels dans la tige et le pivot racinaire, Cahiers Scientifiques du CIRAD-Forêt, n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF, pp. 23-53.

- DEPOMMIER D. et GUERIN H., 1996** - Emondage traditionnel de *Faidherbia albida*. Production fourragère, valeur nutritive et récolte de bois à Dossi et à Watinoma (Burkina Faso), Cahiers Scientifiques du CIRAD-Forêt. n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF, pp. 55-84. .
- DEPOMMIER D., JANODET E., OLIVER, 1992** - *Faidherbia albida* parks and their influence on soils and crops at Watinoma, Burkina Faso. In "Faidherbia in the West African semi-arid tropics : proceedings of a workshop", Niamey, 22-26 Apr. 1991, pp. 111-115.
- DEPOMMIER D. et Y. NOUVELLET, 1992** - Rapport annuel d'activités, Campagne 1991-1992. IRBET/CIRAD-Forêt. Burkina Faso - 132 p.
- DEPOMMIER D., 1995** : arbres et arbustes à usages multiples des parcs à *faidherbia* de Dossi et de Watinoma, Burkina Faso. Fiches synthétiques des 30 principales espèces associées à *Faidherbia albida*, CIRAD FORET/IRBET, 1995, 55 p.
- DEPOMMIER D et al** : analyse cartographique et caractérisation des parcs à *Faidherbia albida* de Dossi et de Watinoma (Burkina Faso) par photographie aérienne, télédétection et SIG Comm. faite au Symposium Intern. Sur la surveillance des sols dans l'environnement par télédétection et SIG , Ouagadougou, 6-10 Fév. 1995, ISSS/AOCASS, 15 p.
- DEVERIN-KOUANDA Y., 1992** - Le corps de la terre - Moose de la région de Ouagadougou. Représentations et gestion de l'environnement. Thèse Université de Paris XI,3 vol. ; 357 + 312 + 135 pages.
- DIALLO B. et BASTIDE B., 1994** - Rapport final CEE/*Acacia albida*, IRBET, Ouagadougou, s.p.
- DIALLO B. et BILLAND A., 1992** - Mesures de phénologie dans un essai comparatif de provenances de *Faidherbia albida* au Burkina Faso, IRBET, 9 p. ; dactylogr.
- DIANDA M., 1991** - Comparaison des effets de champignons VA introduits et indigènes, associés ou non à Bradyrhizobium, sur la fixation d'azote et la croissance d'*Acacia albida* ; in : Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre. J. Libbey éd., pp. 263-269.
- DIANDA M., 1993** - Comparaison de la croissance et de la fixation d'azote chez plusieurs provenances de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Synonyme *Acacia albida* Del.). Mémoire de DEA, UCAD, Dakar, 48p.
- DICKO-TOURE M., 1980** - Les mesures de la production secondaire des pâturages. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp 245-251.
- DJIGUIMDE O., 1991** - Etude de l'influence de la température et de la lumière sur la germination des semences de quelques espèces sahéliennes : *Acacia albida* Del., *Adansonia digitata* L. et *Pterocarpus lucens* Lepr. ex Guill. et Perrott. Mémoire d'Ingénieur E.F. INESA/CNSF, 63 p.
- DOMMERGUES Y., 1963** - Les cycles biochimiques des éléments minéraux dans les formations tropicales. Bois et Forêts des Tropiques, n° 87, pp. 9-25.
- DREYFUS B. L. et DOMMERGUES Y., 1981** - Nodulation of Acacias species by Fast and Slow-Growing Tropical Strains of Rhizobium. Applied and Environmental Microbiology, janvier 1981, vol. 41, n° 1, pp. 97-99.
- DUBOURG J., 1957** - La vie des paysans mossis ; le village de Taghalla. Cahiers O.M., 40, pp 285-324.
- DUHOUX E. et DAVIES D., 1985** - Caulogénèse à partir de bourgeons cotylédonaire de *Acacia albida* et influence du saccharose sur la Rhizogénèse. J. Plant Physiol, col 121, pp. 175-180.

- DUNHAM K. M., 1990** - Fruit production by *Acacia albida* trees in Zambezi riverine woodlands ; Journal of Tropical Ecology, 6 : 445-457.
- DUNHAM K. M., 1991** - Comparative effects of *Acacia albida* and *Kigelia africana* trees on soil characteristics in Zambezi riverine woodlands, Journal of Tropical Ecology, 7 : 215-220.
- DUNHAM K. M., 1991** - Phenology of *Acacia albida* trees in Zambezi riverine woodlands ; Afr. J. Ecol. 1991, vol. 29, pp. 118-129.
- DUPRE G. et GUILLAUD, 1986** - Archéologie et tradition orale : contribution à l'histoire des espaces du pays d'Aribinda, Province du Soum, Burkina Faso, ORSTOM, Cahiers Sci. Hum., 22 (1) : pp. 5-48.
- DUPUY N. et DREYFUS B., 1995** - Populations of Bradyrhizobium occur in Deep Soil under *Acacia albida*. ORSTOM, 12 p., draft pour publication à paraître.
- DZINGAI R., 1993** - La déprédation des insectes et ses effets sur la germination. Com. faite au Symposium Intern. sur les parcs agroforestiers, ICRAF/IRBET/LTC, Ouagadougou, 25-27 oct. 1993, 14 p.
- ELAMIN H. M., 1977** - Study of *Acacia albida* in relation to other acacias. Sudan Silva, vol 3, n° 22, pp. 39-45.
- EVANS C. S. et BELL E. A., 1975** - A preliminary survey of free amino-acids in seeds of acacias species. Groupe international pour l'étude des Mimosoideae, octobre 1975, n° 3, 39 p.
- FALLAVIER P., BABRE D. et BREYSSE M., 1985** - Détermination de la capacité d'échange cationique des sols tropicaux acides ; in : l'Agronomie tropicale, 40-4, pp. 298-308.
- FEELY J. M., 1965** - Observations on *Acacia albida* in the Uangwa valley. The occasional papers of the dept. of game and fisheries, Zambia, pp. 67-70.
- FELKER P., 1978** - State of the art : *Acacia albida* as a complementary permanent intercrop with annual crops. University of California, Riverside, CA., 133 p.
- FRAMOND, DE, H., 1987** - Premiers résultats d'essais d'évaluation de provenances d'*Acacia albida*. Note technique n° 87/03, CTFT/IRBET, Ouagadougou, 12 p., ronéo.
- GALABERT J., 1972** - Les arbres les plus utiles de Haute-Volta. Publication du Centre Culturel Franco-Voltaïque.
- GALAIS J., 1965** - Le paysan Dogon (République du Mali), in : Les Cahiers d'Outre-Mer n° 70 ; avril-juin 1965, pp. 123-143.
- GASSAMA Y. K. et DUHOUX E., 1987** - Micropropagation de l'*Acacia albida* (Leguminosae) adulte. Compte-rendu de Séminaire I.D.R.C., Dakar, 17-25 mars 1986.
- GEERLING C., 1982** - Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano-guinéens. Wageningen, Mededeling en Landbouwhogeschool, 178 p.
- GEIGER S. C., VANDENBELT R. J. et MANU A., 1992** - Preexisting soil fertility and the variable growth of *Faidherbia albida* : "*Faidherbia albida* in the West African Semi-arid Tropics" : Proceedings of a workshop", 22-26 Apr. 1991, Niamey, p. 121-126
- GEIGER S. C., VANDENBELT R. J. et MANU A., 1994** - Variability in the Growth of *Faidherbia albida* : The soils connection. Soil Sci. Soc. Am. J. 58 : 227-231.

- GERES, 1965** - Secteur de restauration des sols de Ouahigouya. Le *Faidherbia albida*. Dir. E et F. et Cons. Sols/GERES, 35 p.
- GIFFARD P. L., 1964** - Les possibilités de reboisement en *Acacia albida* au Sénégal. Bois et Forêts des Tropiques, n° 95, pp. 21-33.
- GIFFARD P. L., 1968** - Premières études effectuées sur *Acacia albida* Min. Dev. Rural/CTFT, Dakar, 28 p.
- GIFFARD P. L., 1969** - Recherches effectuées au Sénégal sur *Acacia albida*, Min. Devpt. Rural/CTFT, 51 p.
- GIFFARD P. L., 1971** - Recherches complémentaires sur *Acacia albida* (Del.), Bois et Forêts des Tropiques, janvier-février 1971, n° 135, pp. 3-20.
- GIFFARD P. L., 1974(a)** - Les essences de reboisement au Sénégal, le Kad : *Acacia albida* Del. (*Faidherbia albida* Chev.), DGRST/CTFT, Dakar, 34 p.
- GIFFARD P. L., 1974(b)** - L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche. C.T.F.T. Dakar 1974, 431 p.
- GIJSBERS H., KESSLER J., KNEVEL K. et SAWADOGO M., 1993** - Dynamique et régénération naturelle des parcs agroforestiers en région sahélienne (Province du Passoré, Burkina Faso). Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest", 25-2 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC, 19 p.
- GILLET H., 1980** - Observations sur les causes de destruction des ligneux sahéliens et sur leur résistance aux déprédations. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 127-128.
- GOSSEYE P., 1980** - Recherche sur l'introduction de ligneux fourragers en zone soudano-sahélienne. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 383-386.
- GOUDET J. P. et DEPOMMIER D., 1983** - Agroforesterie : foresterie et systèmes de production Etude de cas, C.T.F.T., Nogent sur Marne, 71 p.
- GOURLAY I. D., 1991** - Age determination of African Acacias, OFI/Dept of Pl. Sc., pp. 118-121.
- GROSCLAUDE M., 1992** - Etude du parc à *Acacia albida* du terroir de Dossi. Province du Houet, Burkina Faso. Rapport de stage IRBET/INAPG, 59 p.
- GROUZIS M. et SICOT M., 1980** - Une méthode d'étude phénologique de populations d'espèces ligneuses sahéliennes. Influence de quelques facteurs écologiques. A.C.C., Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, (Haute-Volta), DGRST/ORSTOM, 11 p.
- GUERIN H., 1991** - Composition minérale des fourrages sahéliens. Conséquences pour la nutrition des ruminants domestiques. Synthèses thématiques. In : Elevage et potentialités pastorales sahéliennes. IEMVT-CIRAD/CTA, 1991, 15 p.
- GUILLAUD D. 1993** - L'ombre du mil. Un système agropastoral en Aribinda (Burkina Faso). Collection à travers champs, ORSTOM, Paris, 278 pages + annexe.
- GUINET P., 1964** - Données nouvelles sur le rôle de la morphologie du pollen dans la classification du genre *Acacia*. C.R. Acad. Sc., Paris, T 257, pp. 4823-4825.

- GUINKO S., 1984(a)** - Végétation de Haute-Volta. Thèse pour le grade de Docteur ès Sciences Naturelles. Université de BORDEAUX III/UER Aménagement et ressource naturelle. Département l'homme et son environnement, 318p.
- GUINKO S., 1984(b)** - Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso (ex Haute-Volta). VIII. Origine botanique de quelques outils et objets artisanaux en bois. Notes et documents burkinabé, vol. 15, n° 4, pp. 82-86.
- GUINKO S., 1984(c)** - Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina Faso (ex Haute-Volta). IV. La végétation des termitières cathédrales. Notes et documents burkinabé, vol. 16, n° 1, pp 1-11.
- GUINKO S., 1985** - Contribution à l'étude de la végétation et de la flore du Burkina-Faso. Les reliques boisées ou bois sacrés. Bois et Forêts des Tropiques, 2ème trimestre 1985, n° 208, pp. 29-36.
- GUPTA R.K., SAXENA S.K., DUTTA B.K., 1973** - Germination, seedling behaviour and phytomass of some Acacias in the nursery stage. Indian Forester, vol 99, n° 6, pp. 352-358.
- GWAZE D.P. et al., 1988** - Variation in height growth and nodulation of *Acacia albida* and *A. Erioloba* Seedlings from Zimbabwe seed sources, NFTA research report, vol. 6, pp. 34-36.
- HALEVY G., 1971** - A study of *Acacia albida* in Israël. La Yaaran, décembre 1971, vol. 21, n° S 3-4.
- HALLEY F. et OLDEMAN R.A.A., 1970** - Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Monographie n° 6. MASSON et Cie, 176 p.
- HARMAND, J.M., NJITI C.F., BRUGIERE N., JACOTOT N. et PELTIER R., 1996** - Plantations de *Faidherbia albida* au Nord-Cameroun. Essais comparatifs de provenances et associations agroforestières. Cahiers scientifiques du CIRAD-Forêt, n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF ; pp. 269-282.
- HARRINGTON G.N. et WILSON A.D., 1980** - Méthode de mesure de la production secondaire de fourrages ligneux. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba 8-12 avril 1980, pp. 253-257.
- HARTHOG T., 1980** - Modes d'occupation de l'espace et différenciations régionales dans l'ouest voltaïque - Thèse 3ème cycle, Paris X, 285 p. + annexe.
- HERVOUET, J.P., 1979(a)** - Du *Faidherbia albida* à la brousse. Modifications culturelles et dégradation sanitaire. ORSTOM, Ouagadougou, dactyl., 26 p.
- HERVOUET J.P., 1979(b)** - Organisation de l'espace et épidémiologie de l'onchocercose. Actes du Colloque de Ouagadougou 4-8 déc. 1978 "Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale" Mémoires ORSTOM n° 85, pp. 179-189.
- HERVOUET J.P., 1992** - *Faidherbia albida* : A Witness of Agrarian Transformation in : *Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropics : proceedings of a workshop, April 1991, Niamey, ICRAF/ICRISAT, pp. 165-169.
- HIERNAUX P., 1980** - L'inventaire du potentiel fourrager des arbres et arbustes d'une région du sahel malien. Méthodes et premiers résultats. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 195-202.
- HUGUES J.F., 1957** - A Summary of the information available on the utilization of *Acacia albida*. Utilisation Division, Forest Department, Moshi, Tanganyika, Utilization series, n° 2, 6 p.

- HUTCHINSON J. et DALZIEL J.M., 1958** - Flora of West Tropical Africa. Second Edition revised by Keay, R.W.J. Vol 1, part II, Crown Agents for Oversea Governments and Administrations, London, 499 p.
- I.C.R.A.F., 1989** - Potentialités agroforestières de la zone semi-aride du Burkina Faso. Rapport AFRENA/SALWA, n° 24, J. Pégorié, éd. 117 p.
- I.C.R.A.F., 1994** - Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest. Conclusions et recommandations d'un Symposium International, 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF-SALWA, 22p.
- I.C.R.A.F., 1995** - Les parcs agroforestiers au Burkina Faso. Rapport SALWA n° 79, Rapport AFRENA n° 79, ICRAF, 76 p.
- I.E.M.V.T., 1977** - Pâturages de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de délestage au nord-est de Fada N'Gourma, Haute-Volta. Tome II : les plantes, écologie, noms vernaculaires, intérêt fourrager. Min. Coop. Fse/Min. Dev. Rural, Haute-Volta, 120 p. + annexes.
- IMBS F., 1987** - "Kumtaabo : une collectivité rurale mossi et son rapport à l'espace (Burkina Faso)." ORSTOM, Collect. Atlas des Structures Agraires au Sud du Sahara. N° 21, 223 p. + cartes.
- I.R.B.E.T., 1989** - Résultats de l'enquête diagnostic sur l'agroforesterie réalisée dans le cadre du Programme spécial CES-AGF dans le Plateau Central, campagne 1988/1989, ronéo, 30 p.
- I.R.H.O., 1966** - Influence de l'*Acacia albida* sur la culture de l'arachide. Extrait du rapport annuel 1996 de l'I.R.H.O., Bambey, Sénégal, ronéo, pp. 19-29.
- ISSA A., GALADIMA I. et MONTAGNE P., 1982** - Projet forestier Gao-Dosso (F.A.C.-C.C.C.E.) Rapport d'activités du 01/04/1981 au 30/09/1982, République du Niger, Ministère des Forêts et Faune.
- ISMAIL A.M.A., 1966** - The significance of crown architecture in *Acacia albida* in the Sudan, Journal of Tropical Ecology, pp. 51-54.
- INGRAM C.L., 1984** - The afforestation of Dambos and Lateric Soils in Malawi. South African Forestry Journal, septembre 1984, n° 130, pp. 41-53.
- IZARD-HERITIER F. et IZARD M., 1958** - Bouna. Monographie d'un village Pana de la vallée du Sourou(Haute-Volta). Inst. Sci. Hum., Université de Bordeaux.
- IZARD-HERITIER F. et IZARD M., 1959** - Les Mossi du Yatenga. Etude de la vie économique et sociale. Institut des Sciences Humaines Appliquées de l'Université de Bordeaux - Service de l'Hydraulique de Haute Volta, 114 p.
- JANODET E., 1990** - Les parcs à *Faidherbia albida* sur le terroir de Watinoma (Burkina Faso) Diagnostique préliminaire à la mise en place d'expérimentation. Mémoire de DEA, ENGREF/Paris VI, 70 p.
- JENNY J.J., 1965** - Sols et problèmes de fertilité en Haute-Volta. L'Agronomie tropicale, n° 2, février, pp. 220-243.
- JOFFRE R. et RAMBAL S., 1988** - Soil water improvement by trees in the rangelands of Southern Spain, Acta Oecologica, Oecol. Plant., vol. 9, n° 4, pp. 405-422.
- JOLY H., 1991** - *Acacia albida* ou *Faidherbia albida* ? Taxonomie : potentialités de l'électrophorèse enzymatique, BFT n° 230, pp. 33-37.

- JOLY H., 1992** - The genetics of *Acacia albida* (syn. *Faidherbia albida*). In "*Faidherbia albida* in the West African semi-arid tropic proceedings of a workshop, Niamey. 22-26 Apr. 1991 pp. 53-61.
- JUNG G., 1967** - Influence de l'*Acacia albida* (Del.) sur la biologie des sols "Dior" Rapport O.R.S.T.O.M Dakar.
- JUNG G., 1969** - Cycles biogéochimiques dans un écosystème de région tropicale sèche : *Acacia albida* (Del) - Sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dion) ; Note préliminaire ; Oecol. Plant. ; IV, pp. 195-210.
- JUNG G., 1970** - Variations saisonnières de caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior), soumis ou non à l'influence d'*Acacia albida* (Del.) Oecol. Plant. Gauthier-Villars, vol. V, pp. 113-136.
- JUNG G., BRUCKERT S. et DOMMERGUES Y., 1968** - Etude comparée de diverses substances hydrosolubles extraites de quelques litières tropicales et tempérées, Oecol. Plant., III, pp. 237-253.
- KABORE Oger, 1987** - L'arbre dans la pensée symbolique chez les moose : l'exemple du néré, du karité et de l'*Acacia albida*. Communication au Séminaire National sur les essences forestières locales. Ouagadougou. : 34-45.
- KAMARA C. S. et HAQUE I., 1992** - *Faidherbia albida* and its effects on Ethiopian Highland Vertisols, Agrof. Systems, 18 : 17-29.
- KARSCHON R., 1961** - *Acacia albida* Del. in Israël and the Near East. La Yaaran, vol 2, n°11, pp. 4-7.
- KERHARO J. et ADAM J.G., 1974** - Pharmacopée sénégalaise traditionnelle. Plante médicinales et toxiques. Ed. Vigot Frères, Paris 1974, pp. 557-560.
- KESSLER J.J. and J. BONI, 1991** - L'agroforesterie au Burkina Faso : Bilan et analyse de la situation actuelle. Min. de l'Environnement et du Tourisme, Dir. Forêts et Reboisement, Ouagadougou, Université Agronomique de Wageningen, 145 p.
- KHAN M.A.W., 1965** - Single tree growth statistics for *Acacia albida* (along the Blue Nile in Gezira Circle), Volume tables. For. Res. Inst., Soba-Khartoum.
- KHAN F. A., 1990** - Nematicidal potentials of some naturally growing medicinal plants against *Pratylenchus Zeae*, Revue Nemat., 13 (4), pp. 463-465.
- KHAN G. S. et EHRENREICH J. H., 1994** - Effect of increasing distance from *Acacia nilotica* trees on wheat yield, Agroforestry systems n° 25, pp. 23-29.
- KILLIAN A., 1993** - Analyse des parcs arborés dans le terroir de Dossi à l'aide de données satellitaires. Rapport de stage ISTOM/INERA, 48 p.
- KIRINYA C.K., 1983** - A study of *Acacia albida* Del. with reference to community afforestation. Univ. Dar es Salaam, 110 p.
- KIRMSE R.D., NORTON B.E., 1966** - The potential of *Acacia albida* for desertification control and increased productivity in Chad. Biocultural Conservation, 1984, vol. 29, n° 2, pp. 121-141, pp. 19-29.
- KOHLER J.P., 1971** - Activités agricoles et changements sociaux dans l'ouest Mossi (Haute-Volta). Paris : ORSTOM, Mémoires n° 46. Paris. 246 p.

- KONE A.R., 1984** - Contribution à l'étude de la valeur nutritive des ligneux - DEA Univ. Paris VI/IEMVT, 52 p.
- LAHUEC J.P. (sd)** - ZAONGHO, Etude géographique d'un village de l'Est-Mossi (cercle de Koupéla). ORSTOM, Ouagadougou, 155 p. + annexe.
- LAHUEC J.P., 1968** - Les jardins de saison sèche à Zaongho (région de Koupéla). ORSTOM, Cahiers Sci. Hum. V.2, pp. 67-87.
- LAHUEC J.P., 1980** - Le terroir de Zaongho : Les Mossi de Koupéla (Haute-Volta). Atlas des Structures Agraires au Sud du Sahara 15. Paris ; ORSTOM. 111 p. + cartes.
- LAHUEC J.P., 1980** - Le parc d'un village mossi (Zaongho). Du traditionnel au moderne, ORSTOM, cahiers Sci. Hum, vol. XVII, n° 3-4, 1980, pp. 151-154.
- LAIGNEAU M., 1996** - Analyse bibliographie des méthodologies d'étude. Influence de l'arbre sur les cultures dans les parcs arborés de la zone Soudano-sahélienne - Mémoire stage INA-PG/CIRAD-FORET, 36 p. + annexes
- LAJUDIE, DE P., NEYRA M., DUPUY N., ALAZARD D., GILLIS M. et DREYFUS B., 1991** - Diversité des Rhizobium, spécificité de nodulation et aptitude à fixer l'azote chez les acacias sahéliens ; in : Physiologie des Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides ; Groupe d'Etude sur l'arbre ; J. Libbey éd. ; pp. 257-262.
- LANDAIS E., LHOSTE P. et GUERIN H., 1990** - Systemes d'élevage et transferts de fertilité. Actes des rencontres Intern. : Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier, 10-14 déc. 1990, CIRAD/Min. Coop., pp. 219-270.
- LAVELLE P. et al., 1990** - Conservation de la fertilité des sols de savane par la gestion de l'activité de la macrofaune du sol. Actes des rencontres Inter. : Savanes d'Afrique, terres fertiles, Montpellier, 10-14 déc. 1990, CIRAD/Min. Coop. ; pp. 371-397.
- LE BOURGEOIS et MERCIER H. 1995** - Adventrop, les aventures d'Afrique soudano-sahélienne, CIRAD-CA, 640 p.
- LEBRUN J., 1968** - A propos du rythme végétatif de l'*Acacia albida* Del. Collectanea Botanica, A. barcinonensi botanico instituto edita, vol. VII, fasc. II, pp. 625-636.
- LEDOUX H., 1992** - Les histogrammes. Initiation aux techniques graphiques. Sémin. CIRAD/Mission Biométrie, Montpellier, 2-4 sept 1992, 13 p.
- LE HOUEROU H.N., 1980(a)** - Techniques agroforestières pour la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols dans les zones arides et semi-arides. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 85-101.
- LE HOUEROU H.N., 1980(b)** - Composition chimique et valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique occidentale. Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 259-284.
- LEOUFFRE M. C., 1991** - Effet du pâturage caprin sur la dynamique de production fourragère de taillis de chêne en région méditerranéenne française. Eléments pour une gestion pastorale. Thèse INRA/Univ. Aix-Marseille III, 88 p.
- LEMAITRE C., 1954** - Les problèmes de la conservation des sols au Niger et le "Gao". Compte-rendu de la 2ème conférence interafricaine des sols, Léopoldville, 9-12 août 1954, document 42, section III Ac.

- LEMAITRE C., 1954** - Le *Faidherbia albida*. Thèse présentée au concours de Principalat d'Ingénieur Agr. F.O.M.; 51 p.
- LENDRES P., 1991** - Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. CNEARC. 80 p.
- LERICOLLAIS A., 1970** - La détérioration d'un terroir. Sob, en pays Séer (Sénégal). Etudes rurales n° 37-38-39 juill-sept 1970 ; pp. 114-128.
- LESNOFF, 1992** - Box plots : Initiation aux techniques graphiques. Séminaire de formation en biométrie, CIRAD 2-4 sept. 1992, 19 p.
- LIBERT C., 1990** - Influence des parcs arborés sur la production des cultures associées. Mémoire ENITEF, 62p + annexes.
- LIBERT C., 1992** - Fonctionnement de l'écosystème "parc arboré". Tokombéré, Nord-Cameroun. DEA Univ. Aix-Marseille I/Montpellier III ; 28 p. + annexes.
- LIBERT C. et EYOG MATIG O., 1996** - *Faidherbia albida* et production cotonnière. Modification du régime hydrique et des paramètres du rendement du cotonnier sous couvert parc arboré au Nord-Cameroun, Cahiers Scientifiques du CIRAD-Forêt, n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF, pp. 103-121.
- LOUPPE D., 1989(a)** - Projet de Recherche-Développement sur le rôle de l'arbre en exploitation agricole. Rapport d'étape au 15-7-89, ISRA/DRPF, 63 p.
- LOUPPE D., 1989(b)** - Influence de *Faidherbia albida* sur les rendements agricoles. Nouvelle contribution. Com. au colloque ISD, Forêt, Environnement et Développement, Dakar, 22-26 mai 1989. DRPF-ISRA, 18 p.
- LOUPPE D., 1989(c)** - Premier suivi de la régénération assistée de *Faidherbia albida* sur les sols sableux dégradés du Centre nord du bassin arachidier sénégalais (village de Khayes). ISRA/DRPF, 1989, 9 p.
- LOUPPE D., 1996** - Influence de *Faidherbia albida* sur l'arachide et le mil au Sénégal. Méthodologie de mesure et estimations des effets d'arbres émondés avec ou sans parage d'animaux. Cahiers scientifiques du CIRAD-Forêt, n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF ; pp. 123-141.
- LOUPPE D., 1991** - Croissance juvénile de *Faidherbia albida*, en plantation, en nord Côte d'Ivoire (Influence pratique sur les techniques sylvicoles) CTFT Côte d'Ivoire, ronéo, 1991, 8 p.
- MAGHEMBE J.A., REDHEAD J.F., 1980** - Agroforestry : Preliminary results of intercropping Acacia, Eucalyptus and Leucaena with maize and beans. Univ. Dar es Salaam, Morogoro, 17 p.
- MAHAMANE A., 1996** - Typologie et dynamique des peuplements arborés du bas glacis de Bondukuy Ouest Burkinabè ; Mémoire de DEA, Univ. de Ouagadougou/ORSTOM. 97 p.
- MAHOTIERE S., COULIBALY K., SISSOKO B., LY B. et BERTHE A., 1993** - Importance socio-économique et agrotechnique de l'arbre dans les systèmes agraires villageois en zones semi-arides. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest", 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC, 37 p.
- MAÏGA A., 1987** - L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province du Bazèga. Influence du karité, du néré et de *Acacia albida* sur le sorgho et le mil. Burkina Faso, Mémoire de fin d'études, IDR-IRBET/CNRST, 83 p.

- MARCHAL J. Y., 1978** - Vestiges d'occupation ancienne au Yatenga (Haute-Volta). Une reconnaissance du pays Kigba, Cah. ORSTOM, Série Sc. Hum. Vol. XV, n° 4, pp. 449-484.
- MARCHAL J.Y., 1980** - Arbres et brousses du paysage soudano-sahélien. Dynamique des formations végétales au nord de la Haute-Volta, ORSTOM, cahiers Sci. Hum., vol. XVII, pp. 137-149.
- MARCHAL J. Y., 1986** - Vingt ans de lutte antiérosive au nord du Burkina Faso. Cah. ORSTOM, série Pédol. Vol. XXII, n° 2, pp. 175-180.
- MARCHAL M., 1983** - Les paysages agraires de Haute-Volta. Analyse structurale par la méthode graphique. Atlas des Structures Agraires au Sud du Sahara n° 18, ORSTOM, 115 p.
- MARIAUX A., 1964** - Etat actuel des connaissances sur la détermination des arbres de Haute-Volta et du Niger CTFT, 24 p.
- MARIAUX A., 1966** - Rapport d'étude. Croissance du Kad (*Acacia albida*). Etude des couches d'accroissement de quelques sections d'arbres provenant du Sénégal. C.T.F.T., Division d'Anatomie, Nogent-sur-Marne.
- MARIAUX A., 1979** - Nature et périodicité des cernes dans les arbres en zone tropicales sèche en Afrique de l'Ouest. C.T.F.T., Division d'Anatomie des Bois, Nogent-sur-Marne, pp. 40-42.
- MARUNDA C.T., 1993** - Geographical variation and physiological studies in *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. syn. (*Acacia albida* Del.). M. Sc. Australian Nat. Univ., 164 p.
- MAYDEL H.J. VON, 1983** - Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations. G.T.Z., Eschborn, 531 p.
- M. C. D. : Mémento de l'agronome.** Coll. "Technique rurales en Afriques". Min. Coop. et du Devpt., 1635 p.
- METRO A., 1975** - Dictionnaire forestier bilingue, CILF, Paris.
- MIEHE S., 1986** - *Acacia albida* and other multipurpose trees on the fur farmlands in the Jebel Marra Highland, Western Darfur, Sudan. Agroforestry Systems, vol. 4, n° 2, pp. 89-119.
- MONTAGNE P., 1984** - Dossier "*Faidherbia albida*". Son développement au Niger. Association Bois de Feu, mai 1984, 90 p.
- MONTAGNE P., 1996** - Protection de la régénération naturelle de *Faidherbia albida*. Evaluation a posteriori du projet Gao Dosso au Niger. Cahiers scientifiques du CIRAD-Forêt, n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF, pp. 283-296.
- MONNIER Y., 1981** - La poussière et la cendre. Paysages, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest, Ed. A.C.C.T., Paris 247 p.
- MORANT P., 1989** - Evaluation cartographique de l'emprise agricole sur le milieu physique à partir de données satellitaires SPOT dans la région de Houndé au Burkina Faso. CIRAD-INERA. 8 p.
- MORANT P., 1991** - Caractérisation de la fragilité écologique et des potentialités agronomiques de la région de Houndé au Burkina Faso : utilisation de différentes techniques de diagnostic. Thèse de Doctorat INAPL, 168 p.

- MOUSSA EL HADJ ISSAKA, 1977** - Mémoire de stage du 1er juin au 15 septembre 1977. Département de Dosso, arrondissement de Bobeye. 1-Reboisement en Gaos des terres agricoles, 2-Etude sur l'exploitation et la commercialisation des feuilles de doums. I.P.D.R. Kolo, 1ère année, septembre 1977.
- MUGASHA A. G., SHOO M. E., 1980** - *Acacia albida* Del. A potential resource in Tanzania. Tanzania Silviculture Technical note, n° 47, janvier 1980, 12 p.
- N'DIAYE SAMBA S. A., 1988** - Etude des facteurs physiques et socio-économiques utiles à l'établissement d'un plan d'aménagement agroforestier. Cas de Khayes, Mémoire Ir. E. et F., ISRA/DRPF, 178 p.
- MIETTON M., 1986** - Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso, Cah. ORSTOM, série Pédol., vol XXII, n° 2, pp. 181-196.
- NIANG A. I., 1987** - Note préliminaire sur deux espèces à usages multiples, *Acacia albida* Del. et *Butyrospermum parkii* G. Don, INERA, Ouagadougou, 28 p.
- NIKIEMA A. et TOLKAMP W., 1991** - Le bouturage de *Acacia albida*. Expérience du C.N.S.F., ronéo, 18 p.
- NONGONIERMA A., 1976** - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. II Caractères des inflorescences et des fleurs. Bull. I.F.A.N., t. 38, sér. A, n° 3, pp. 487-642.
- NONGONIERMA A., 1978(a)** - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. IV Distribution bioclimatique des différents taxa. Bull. I.F.A.N., t. 39, sér. A, n° 2, pp. 318-339.
- NONGONIERMA A., 1978(b)** - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller (Mimosaceae) en Afrique Occidentale. Thèse Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Univ. Dakar, 451 p.
- NONGONIERMA A., 1979** - Contribution à l'étude biosystématique du genre *Acacia* Miller en Afrique occidentale. X Phénologie en culture et dans la nature, types biologiques, nombres chromosomiques. Bull. I.F.A.N., t. 41, sér. A, n° 4, pp. 732-760.
- NOUVELLET Y., 1990** - L'arbre au centre de la vie de Fara-Poura (Burkina Faso), IRBET/CIRAD-Forêt, 16 p.
- OKORIO J. 1992** - The effect of *Faidherbia albida* on soil properties in a Semi-Arid Environment in Morogoro, Tanzania in R. Van Den Beldt ed. "*Faidherbia albida* in the West African semi-Arid Tropics". Proceedings of a Workshop 22-26 Apr. 1991, Niamey. pp. 117-120.
- OUEDRAOGO J. S., 1990** - Situation et dynamique des parcs agroforestiers de Watinoma en 1990. Province du Bam, Burkina Faso, Mémoire de DEA, ORSTOM/Paris VI, 57 p.
- OUEDRAOGO J. S., 1993** - La multiplication végétative de *Faidherbia albida* : évolution comparée des parties souterraines et aériennes de plants issus de semis et de bouturage. Bois Forêts Trop. N° 237 : 31-43.
- OUEDRAOGO J. S., 1994** - Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers traditionnels du Plateau Central burkinabè. Influence des facteurs biophysiques et anthropiques sur la composante arborée. Thèse, Univ. Paris 6, 1993, 222 p.
- OUEDRAOGO J. S. et ALEXANDRE D. Y., 1991** - Place de *Faidherbia albida* dans le terroir de Watinoma (Burkina Faso), 11 p.

- OUEDRAOGO J. S. et ALEXANDRE D. Y., 1994** - Distribution des deux principales espèces agroforestières à Watinoma, terroir du Plateau Central burkinabè, une résultante de contraintes écologiques et anthropiques, JATBA, 1994, Vpl. XXXVI (1), pp. 101-111.
- OVALLE C. et AVENDANO J., 1987** - Interactions entre la strate ligneuse et la strate herbacée dans les formations d'*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn. I. Influence de l'arbre sur la composition botanique, production et phénologie de la strate herbacée, Acta Oecologica, Oecol. plant., vol. 8, n° 4, pp. 113-134.
- OVALLE C. et AVENDANO J., 1988** - Interaction de la strate ligneuse avec la strate herbacée dans les formations d'*Acacia caven* (Mol.) Hook et Arn au Chili. II. Influence de l'arbre sur quelques éléments du milieu : microclimat et sol, Acta Oecologica, Oecol. Plant., vol. 9, n° 2, pp 113-134.
- PAGEARD R., 1971** - Notes sur l'*Acacia albida* (*Faidherbia albida*) en Haute-Volta. Notes et Documents Voltaïques, 4 (4), pp. 50-59.
- PALLIER G., 1978** - Géographie générale de la Haute-Volta ; U.E.R. des lettres et Sciences Humaines, Limoges, 229 p.
- PARDON C., 1988** - Le *Faidherbia albida*, un arbre miracle ? Mémoire de stage BTS Poisy 90-92, IRBET, 1992, 31 p.
- PELTIER R., 1988** - Résultats des essais sylvicoles de l'Antenne CRF/IRA de Maroua, Cameroun. Rapport d'activités, 240 p.
- PELTIER R. et EYOG-MATIG O., 1981** - Les essais d'agroforesterie au nord-Cameroun, BFT, n° 217, pp. 3-31.
- PEDLEY L., 1981** - Classification of acacias. Groupe international pour l'étude des Mimosoideae, 1981, n° 9. pp. 42-48.
- PELISSIER P., 1964** - Types et genèse des paysages de parc élaborés par l'agriculture africaine. 20ème Congrès International de Géographie, Londres. Abstracts of papers no. 1667 (p. 161).
- PELISSIER P., 1966** - Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imp. Fabrègue, St Yriex, 939 p.
- PELISSIER P., 1980** - L'arbre en Afrique Tropicale. La fonction et le signe. Cahiers ORSTOM, Sci. Hum, vol. XVII, n° 3-4, pp. 127-130.
- PIERI C., 1989** - Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du sahara CIRAD/Min. Coop. fse., 444 p.
- PIOT J. NEBOUT J.P. NAMOT R., 1980** - Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. Etude quantitative dans la zone Sud de la mare d'Oursi (Haute-Volta). C.T.F.T., I.E.M.V.T., 216 p.
- PLAEN, DE, R., 1993** - Le Savoir paysan en contexte : étude de la dynamique du parc à *Faidherbia albida* de Dossi. Com. faite au Symposium Intern. sur les Parcs agroforestiers, ICRAF/IRBET/LTC, Ouagadougou, 25-27 oct. 1993.
- PORTERES R., 1957** - Un phénomène curieux : un arbre vivant à contre-saison en Afrique soudano-zambézienne. Sciences et Nature, n° 19, pp. 19-24.

- POSCHEN P., 1986** - An evaluation of the *Acacia albida* - based agroforestry practices in the Hararghe highland of Eastern Ethiopia. *Agroforestry Systems*, vol 4, n° 2, pp. 129-143.
- POULAIN J. F., 1984** - Influence de l'*Acacia albida* Del. sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. Le point de vue de l'agronome, I.R.A.T., Haute-Volta, 9 p.
- PRADEAU C., 1970** - "Kokolibou (Haute-Volta) ou le pays Dagari à travers un terroir". *Etudes Rurales* n° 37-38-39 : 85-112.
- PROST A.** - Principales plantes du pays Mossi, ronéo, s. d., 39 p.
- PRUDENCIO Y. C. 1987** - Quelques mécanismes d'ajustement des systèmes de production agricole au Burkina Faso : implications pour la recherche et le développement agricole. SAFGRAD, Ouagadougou. Food Grain Production in the Semi-Arid Regions of Sub-Saharan Africa, May 1986, Nairobi. 581-594.
- PULLAN R.A., 1974** - Farmed parkland in West Africa. *Savanna*, vol. 3, no 2. pp. 119-141.
- RADWANSKI S. A., WICKENS G. E., 1967** - The ecology of *Acacia albida* on mantle soil in Zalingei, Jebel Marra, Sudan. *J. Appl. Ecol.*, novembre 1967, Oxford 4, pp. 569-579.
- RAISON J. P., 1988** - Les parcs en Afrique. Etat des connaissances et perspectives de recherches. Document de travail, EHSSS, 117 p.
- REED J.D., RITTNER U., TANNER J. et WIEGAND O., 1991** - Nutritive value of Leaves and Fruits of *Faidherbia albida* and their use for Feeding Ruminants, in : *Proceedings of a Workshop*, 22-26 apr. 1991, Niamey, ICRAF-ICRISAT, pp. 43-49.
- REMY G., 1967** - Yobri : Etude géographique du terroir d'un village gourmantché de Haute-Volta. Atlas des structures agraires au sud du Sahara, Mouton, Paris, 99 pages.
- REMY G., 1972** - Donsin. Les structures agraires d'un village mossi de la région de Nobéré (cercle de manga). *Recherches voltaïques* 15, CNRS/CVRS, 144 p.
- REPUBLIQUE DU NIGER, 1983** - Programme de protection et de plantation de jeunes plants de Gao. Projet Forestier Gao Dosso, annexes 1. et 2, Min. Hydraul. et Envir., 28 p.
- RHOADES C., 1993** - Seasonal pattern of nitrogen mineralization and soil moisture beneath *Acacia albida* (syn. *Faidherbia albida*) on the lakeshore plain of Malawi. Final report from Internship Program, Inst. of Ecology, Univ. of Georgia, 15 p.
- RITTNER U. et REED J.D., 1992** - Phenolics and *In vitro* Degradability of Protein and Fibre in West African Browse ; in : *J. Sci. Agric.* 1992, 58 : 21-28.
- ROCHETTE R.M., 1989** - Le Sahel en lutte contre la désertification : Leçons d'expériences. programme Allemand CILSS (GTZ)/CILSS. Weikersheim : Margraf. 572 p. + annexes.
- RODRIGUEZ L., 1989** - Les aménagements intégrés de quartiers de culture du terroir de Ziga (Yatenga), Burkina Faso. Com. présentée à l'atelier sur les techniques de collecte et de gestion des eaux de ruissellement en Afrique sub-Saharienne, 7-8 mars 1989, pp. 279-280.
- ROSS J. H., 1981** - An analysis of the African *Acacia* species : their distribution, possible origins and relationships. *Bothalia*, vol. 13, n° 3 et 4, pp. 389-413.

- ROUAMBA P. T., 1970** - Terroirs en pays mossi : à propos de Yaoghin (Haute-Volta). Etudes Rurales n° 37-38-39, pp. 129-149.
- ROUPSARD O., JOLY H. et DREYER E., 1996** - Ecophysiologie de *Faidherbia albida*. Fonctionnement hydrique en parc agroforestier et variabilité intraspécifique de caractéristiques juvéniles. Cahiers scientifiques du CIRAD-Forêt n° 12, CIRAD-ORSTOM-CORAF ; pp. 85-101.
- RUKUNI D., 1993** - Insect damage and its effect on germination of *Faidherbia albida* ; in : "Les problèmes de semences forestières, notamment en Afrique". Symposium IUFRO, Ouagadougou, 23-28 nov. 1992, Somé de Kam éd., Backhuys Publishers ; pp. 351-357.
- SAKA A.R., BUNDERSON W.T., ITIMU O.A., PHOMBEYA H.S.K. et MBEKEANI Y., 1994** - The effects of *Acacia albida* on soils and maize grain yields under smallholder farm conditions in Malawi, Forest Ecol. and Manag., 64 (1994) ; pp. 217-230.
- SANDWIDI B., 1988** - Contribution à l'amélioration de *Acacia albida* Del. : Etude de la variabilité de croissance en plantation et bouturage. Mémoire IDR de fin d'étude Univ. Ouaga/IRBET 1988, 69 p.
- SANOU K., 1993** - Le parc à *Acacia albida* Del. de Dossi ; diagnostic et étude de l'interface arbre-sol-culture. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural - Univ. de Ouagadougou. 108 pages + annexes.
- SARLIN P., 1963** - Le *Faidherbia albida* (*Acacia albida* Del.) à Ouahigouya. CTFT Ronéo 36 p.
- SAUTER G. et PELISSIER P., 1964** - Pour un atlas des terroirs africains, structures, type d'une étude de terroir, in : L'Homme, pp. 56-72.
- SAVONNET G., 1958** - Méthodes employées par certaines populations de la Haute-Volta pour lutter contre l'érosion, Notes Afr., 78, pp. 38-40.
- SAVONNET G., 1959** - Un système de culture perfectionnée, pratiqué par les Bwaba-Bobo-Oulé de la région de Houndé (Haute-Volta). Bulletin IFAN, 21, série B, 3-4 : 425-458.
- SAVONNET G., 1962** - Les régimes fonciers des populations du Sud-ouest de la Haute-Volta (Bwa, Dagari, Wilé, Birifor, Lobi), IFAN/ORSTOM, 43 p.
- SAVONNET G., 1970** - Pina, étude d'un terroir de front pionnier en pays dagari (Haute-Volta). Atlas du sahara, n° 4, ORSTOM, MOUTON, 63 p. + cartes.
- SAVONNET G., 1976** - Les Birifor de Diepla et sa région insulaire du rameau Lobi (Haute-Volta). Atlas des structures agraires au sud du sahara n° 12. ORSTOM/MOUTON, 168 p. + cartes.
- SAVONNET G., 1979** - Structures sociales et organisation de l'espace (exemples empruntés à la Haute-Volta). In: Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique Tropicale, Logique paysanne et rationalité technique. Colloque ORSTOM. Ouagadougou 4-8 décembre 1978, pp. 39-44.
- SAVONNET G. 1986** - Evolution des pratiques foncières dans le Bwamu méridional (Haute-Volta). In: "Espaces disputés en Afrique Noire : Pratiques foncières locales", Paris : Kharthala, pp. 265-280.
- SAWADOGO E. C., 1989** - Contribution à l'étude de la phénologie et de la collecte de graines de quelques espèces forestières ligneuses au Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude, IDR/CNSF, 104 p. + annexes.
- SAWADOGO O., 1987** - Contribution à l'échelle des peuplements naturels d'*Acacia albida* Del. du Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude, IDR, 76 p + annexes.

- SCHOCH P. G., 1966** - Influence sur l'évapotranspiration potentielle d'une starte arborée au Sénégal et conséquences agronomiques. L'Agronomie Tropicale, novembre 1966, n° 11, pp. 1283-1290.
- SCHWARTZ A., 1991** - L'exploitation agricole de l'aire cotonnière burkinabè. Caractéristique sociologique, démographique, économique, Ouagadougou/ORSTOM, Burkina Faso, 83 p.
- SCHWARTZ A., 1993** - Brève histoire de la culture du coton au Burkina Faso. in : Découvertes du Burkina Faso, tome 1 ; SEPIA-ADDB, paris-Ouagadougou, pp. 207-237.
- SEDOGO P. M., 1993** - Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : Incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse d'Etat. Université de Côte d'Ivoire. 343 pages.
- SEIGNOBOS C., 1982(a)** - Végétations anthropiques dans la zone soudano-sahélienne : la problématique des parcs. Revue de géographie du Cameroun, vol. III, n° 1, pp. 1-23.
- SEIGNOBOS C., 1982(b)** - Matières grasses, parcs et civilisations agraires (Tchad et Nord Cameroun). Cah. Outre-Mer 139 : 228-269.
- SEIGNOBOS C., 1993** - Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest", 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC, 16 p.
- SEPP D. S., 1986** - Réflexion sur l'arbre et les formations ligneuses au Sahel burkinabè. GTZ-MET, Ouagadougou, 90 p.
- SERPANTIE G., 1993** - Recherches en agroforesterie : l'acteur oublié. Essai d'interprétation agronomique des parcs agroforestiers soudaniens. Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest", 25-27 oct. 1993, Ouagadougou, ICRAF/CILSS/LTC, 15 p.
- SINA S., 1991** - Observations sur la phénologie d'*Acacia albida* à Kokologho (Burkina Faso), in "Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides" ; Gpe d'Etude de l'Arbre/OSS ; J. Libbey éd., pp. 229-234.
- SNIEZKO R. A., 1987** - Range-wide provenance variation in nodulation of *Acacia albida* seedlings, NFTA research report, vol. 5, pp. 20-21.
- SOUTHGATE B. J., 1975** - A preliminary list of *Acacia* species and the Bruchid beetles associated with them. Groupe international pour l'étude des Mimosoideae, octobre 1975, n° 3, pp. 31-32.
- SOUTHGATE B. J., 1983** - Handbook on seed insects of *Acacia* species. FAO, Rome, 30 p.
- STERCK F.J. et al., 1991** - Architectural development of *Faidherbia albida* (del.) A. Chev. in : "Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, Gpe d'Etude de l'arbre/OSS/J. Libbey éd., pp. 249-256.
- TANNER J. C., REED J. D. et OWEN E., 1990** - The nutritive value of fruits (pods with seeds) from four *Acacia* spp. Compared with extracted Noug (*Guizotia abyssinica*) meal as supplements to maize stover for Ethiopian Highland Sheep., Anim. Production Jal, 1990, 51 : 127-133.
- TERRIBLE M., 1975** - "Atlas de Haute-Volta. Essai d'évaluation de la végétation ligneuse". Centre Voltaïque de la Recherche Scientifique - Services Forestiers de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Bobo-Dioulasso. 69 pages.

- TERRIBLE M., 1984** - Essai sur l'écologie et la sociologie d'arbres et arbustes de Haute-Volta. Bobo-Dioulasso: Librairie de la Savane. 257 p.
- TIENDREBEOGO Y. et PAGEARD R., 1974** - Génies de la nature en pays mossi : Kikirsi, Bambara et arbres hantés. Notes et Doc. Voltaïques, CVRST, vol. 7 (4), pp. 31-65.
- TOUZEAU J., 1973** - Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique. Thèse de Docteur Vétérinaire, E.N.V. de Toulouse, pp. 7-11.
- TROCHAIN J. L., 1969** - Le rythme phénologique aberrant de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (Mimosaceae). Annales Scientifiques de l'Université de Besançon, Botanique, 3ème série, fas. 6, pp. 7-13.
- TYBIRK K., 1991** - Régénération des légumineuses ligneuses du Sahel. Bota. Inst. Aarhus University, 86 p.
- UNSO, 1993** - Rapport d'activités 1992, projet "Développement Agroforestier par Régénération de *Acacia albida* et d'Autres espèces locales" (DARA), MET/DGE/DFVAF - UNSO/BKF/85/X01, 14 p.
- VANDENBELDT R.J., 1991** - Rooting systems of western and southern African *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (syn. *Acacia albida* Del.). A comparative analysis with biogeographic implications ; Agroforestry systems, 14, pp. 233-244.
- VANDENBELDT R.J. et WILLIAMS J.H., 1992** - The effect of soil surface temperature on the growth of millet in relation to the effect of *Faidherbia albida* trees, Agric. and Forest Meteorology, 60 (1992), pp. 93-100.
- VANDENBELDT R.J. et GEIGER S.C., 1992** - Does soil fertility under *Faidherbia albida* preceed the ? Nitrozen Fixing Tree Res. Reports, n° 9, pp. 105-106, NFTA, Hawaiï, USA.
- VANDENBELDT R.J., 1993** - Potential of *Acacia albida* Del. for Indian agricultural systems ; Range Mgmt and Agroforestry ; 14 (2), pp. 159-169.
- VASSAL J., 1967** - La plantule d'*Acacia albida* Del. (*Faidherbia albida* (Del.) A. Chev.). Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, CIII, n°s 3-4, pp. 583-589.
- VASSAL J., 1972** - Apport des recherches ontogénétiques et séminologiques à l'étude morphologique, taxonomique et phylogénique du genre *Acacia*. Trav. Lab. For. de Toulouse, t. 1, vol VIII.
- VASSAL J. et al, 1977** - Distribution maps of African *Acacia* species. Groupe international pour l'étude des Mimosoideae, n° 5, 31 p.
- VASSAL J., 1979** - Intérêt de l'ontogénie foliaire pour la taxonomie et la phylogénie du genre *Acacia*. Bull. Soc. Bot. fr, 126, Actual Bot., n° 3, pp. 55-65.
- VIMBAMBA C., 1995** - Dynamique et fonctionnement des parcs agroforestiers du Plateau central burkinabè. Impact des facteurs socio-économiques ; IRBET/ORSTOM, 40 p. + annexes.
- WARD J. D. et BREEN C. M., 1983** - Drought Stress and the Demise of *Acacia albida* along the Lower Kuiseb River, Central Namib Desert : Preliminary Findings. South African Journal of Science, november décembre 1983, vol. 79, pp. 444-447.
- WEIL R. R. et MUGHOGHO S. K., 1993** - Nutrient cycling by *Acacia albida* (syn. *Faidherbia albida*) in Agroforestry systems. Special publ. n° 56, Technologies for sustainable agriculture in the Tropics, American Soc. of Agro./Crop. Science Soc. of Amer./Soil Sc. Soc. of Amer., Madison, pp. 97-108.

- WICKENS G. E., 1969** - A study of *Acacia albida* Del. (Mimosoideae). Kew Bull., vol 23, n° 2, pp. 181-202.
- WICKENS G.E., 1980** - Autres utilisations des espèces ligneuses. Colloque CIPEA sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, 8-12 avril 1980, pp. 153-180.
- WICKENS G. E., 1996** - Land and Water Report, Survey of the Jebel Merra area, Reconnaissance veget. Survey. FAO, LA.SA, 500 17, mimeo, annexe IV, pp. 24-67.
- YELEMOU B., 1993** - L'étude de l'arbre dans le système agraire au Boulkiemdé : Inventaire des principales espèces agroforestières et étude de l'interface Neem-sorgho. Mémoire de fin d'études, IDR/Univ. de Ouagadougou.
- YELEMOU B. et al. 1993** - Distribution spatiale des principales espèces agroforestières, *Butyrospermum paradoxum* (Gaetner F.), Hepper, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth, *Acacia albida* (Del.), A. Chev. et *Azadirachta Indica* A. Juss. dans les systèmes agraires de la province du Bulkiemdé (Burkina Faso). Com. faite au Symposium Int. sur les "Parcs agroforestiers dans les zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest", Ouagadougou, 23-27 oct. 1993, 9 p.
- YOUNGMA F.R., 1994** - Le développement du rôle du neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) en association avec les cultures : Etude de cas dans le centre ouest du Burkina. Bulletin Erosion ORSTOM, n° 14, pp 334-349.
- ZEH-NLO M., 1989** - Contribution à l'étude de la diversité génétique de *Acacia albida* Del - Approche par électrophorèse isoenzymatique. Mémoire de D.E.A., Univ. NANCY I, 60 p.
- ZOUNGRANA I., YELEMOU B. et HIEN F., 1993** - Etude des relations neem-sol-sorgho dans les systèmes agroforestiers du Bulkiemdé (Burkina Faso). Com. faite au Symposium Intern. sur les "Parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest", ICRAF/IRBET/LTC, Ouagadougou, 25-27 oct. 1993, 11 p.

CARTES, ATLAS ET PHOTOGRAPHIES AERIENNES

GUILLOBEZ S., 1985 - Milieux naturels du Burkina Faso. Esquisse physiographique au 1/1 000 000 incluant une carte phytoclimatique, une carte des régions naturelles et une carte géologique simplifiée au 1/5 000 000, IRAT/Service de Pédologie et Cartographie, Montpellier.

CIRAD-INERA, 1989 - Carte des états de surface. Région de Houndé ; évaluation de l'emprise agricole (image SPOT du 11/05/87) au 1/100 000, ATP Télédétection CIRAD-INERA, CIRAD/DETEC, Montpellier.

FONTES J. et al., 1995 - Carte de la végétation naturelle et de l'occupation du sol au 1/1 000 000 du Burkina Faso, avec notice explicative. ICIV/IDR - Fac. Sciences et Tech., Toulouse, 66 p.

HUTTIN G. et OUEDRAOGO O.F., 1970 - Carte géologique de la République de Haute-Volta au 1/1 000 000.

IGB, 1985 - Carte touristique et routière du Burkina Faso au 1/1 000 000, Ouagadougou.

IGB-IRSSH, 1988 - Carte linguistique, au 1/1 000 000 du Burkina Faso, Ouagadougou.

JEUNE AFRIQUE, 1993 - Atlas du Burkina Faso. Ed. Jeune Afrique, Paris, 53 p.

LADMIRANT H. et LEGRAND J.M., 1977 - Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000 de Houndé, BUMIGEB.

U.A.W., 1994 - Profil environnemental du Burkina Faso, Univ. Agro. de Wageningen, 63 p.

SUMMARY

This study deals with *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. parks in Burkina Faso by analysing and comparing two parks, viz., Dossi park in the Sudanian zone and Watinoma park in the Sub-Saharan zone.

The aim is to diagnose and characterize the floristic composition, structure, dynamics and functioning of the parks by evaluating the anthropic and biophysical factors governing their management and replenishment.

Surveys and inventories helped define some common characteristics: high social stability, land tenure durability, cereals based system managed by old farmers, permanent cultivation on small or very small plots which are generally manured near settlements. However, Dossi which is an old fairly monospecific park with homogeneous structure and regular spatial distribution over 350 hectares, is shrinking. Regeneration which is more abundant than in Watinoma is eliminated and fallows are increasing. The change began with the cultivation of cotton, a major cash crop that attracts investment, in place of bush. Conversely, Watinoma is a discontinuous park composed of multi purpose trees and shrubs. Despite pollarding, insects and livestock which have reduced *faidherbia* seed production and viability just as weeding and environmental conditions restrict its regeneration, Watinoma park has still been expanding since the last 25 years. Most of the trees are young: mean age is 20 years as against 40 in Dossi. Watinoma, a poor and overpopulated area, clearly shows a great interest in *faidherbia*, even though diversification of the park remains a priority.

Faidherbia grows faster in Watinoma -over 1 cm a year in radius- because pollarding extends the foliation period up to the middle of the rainy season. Lopping branches is a fairly moderate practice in Dossi compared with intense and widespread pollarding in Watinoma. Trees coppice vigorously from total pollarding sustaining the foliar biomass at a constant level from one year to another: between 5 to 40 Kg DM depending on tree size, in addition to 40-100 kg of wood. However, pollarding drastically reduces fruit production to a few kg on tree a year in Watinoma, compared to 20 to 25 Kg in Dossi for unlopped trees. Pods are two to three times more digestible than leaves, but the latter constitute an essential complementary feed for livestock at the end of the dry season.

Faidherbia improves soil fertility considerably at 0-15 cm depth beneath the canopy up to its peripheral zones, increasing the C and N by 50% OM, and with a higher variability of P, K, Ca and Mg. The effect increases with tree size, but is mitigated in the very fertile soils, as in Dossi. In all these places, it is linked to the feeding and resting of animals under the trees.

Improvement in crop yield is maximum under the bad site and climatic conditions, grain weight beneath *faidherbia* being 150% higher than in control plots. This effect increases with tree size, the highest yields of grains being without the limit of the crown which receives more light than the shady area close to the trunk where stalk yields are better.

Differences have been observed in the yields of maize and shorgum crops in Dossi. Maize, which responds best to soil and tree improvement measures, yields over 4 tons per ha under the canopy. Regarding cardinal orientation, no significant influence of the trees on associated crops have been noticed.

Finally, a global assessment at the plot level in *faidherbia* parks shows that a bonus of a sustainable 25% productivity is a decisive advantage to guarantee food self-sufficiency in Watinoma, which is not the case in Dossi park.

KEY-WORDS: FAIDHERBIA ALBIDA, PARK, AGRISILVOPASTORAL SYSTEM, DIAGNOSIS, REGENERATION, GROWTH, PHENOLOGY, POLLARDING, FERTILITY, SOIL-PLANT RELATIONSHIP

RESUME

L'étude traite des parcs à *Faidherbia albida* (Del.) A Chev. au Burkina Faso, à travers une analyse comparative des parcs de Dossi, en zone soudanienne, et de Watinoma, en zone sub-sahélienne.

Elle a pour objectif de diagnostiquer et de caractériser ces parcs dans leur composition floristique, structure, dynamique et fonctionnement en évaluant la part des facteurs biophysiques et anthropiques qui régissent leur aménagement et leur devenir.

Enquêtes et inventaires ont conduit à reconnaître les points communs suivants : stabilité sociale et foncière élevée, gestion faite par les hommes, souvent âgés, cultures dominées par les céréales, continues sur microparcellaire et assez bien fumées près de l'habitat. Mais Dossi qui est un parc presque mono-spécifique, de création ancienne, homogène dans sa structure et sa distribution spatiale sur plus de 300 ha, est en régression. La régénération, plus abondante qu'à Watinoma y est éradiée et la jachère, de plus en plus étendue. L'évolution résulte du développement du coton en brousse, objet de tout investissement. A l'inverse, le parc de Watinoma est discontinu, composite et multistrate. Si l'émondage, les insectes spermatophages et le bétail affectent le potentiel séminal et les sarclages plus que les conditions du milieu contraignent la régénération, le parc de Watinoma est cependant en extension depuis une génération. La majorité des arbres sont jeunes, ayant en moyenne près de 20 ans contre 40 à Dossi. Watinoma, terroir pauvre et surpeuplé, montre un intérêt certain pour le *faidherbia* tout en privilégiant la diversification du parc.

La croissance de l'espèce y est d'ailleurs plus rapide -de l'ordre d'un cm/an sur le rayon-, l'émondage prolongeant sa feuillaison jusqu'en milieu de saison des pluies. L'émondage, très modéré à Dossi, touche intensément la plupart des arbres à Watinoma qui rejettent vigoureusement de tête. La production feuillée à l'émondage total, est soutenue d'une saison à l'autre. Elle varie de 5 à 40 kg de MS selon la dimension de l'arbre s'ajoutant à 40 à 100 kg de bois. Mais l'émondage hypothèque la production fruitière, réduite à quelques kg MS/arbre à Watinoma contre 20 à 25 à Dossi. Les gousses ont une digestibilité 2 à 3 fois supérieure à celle des feuilles mais ces dernières sont un complément fourrager indispensable au bétail en fin de saison sèche.

L'arbre améliore la fertilité des sols jusqu'en périphérie du houppier relevant de 50 % la MO, C et N et, avec beaucoup plus de variabilité, P, K, Ca et Mg. L'effet augmente avec la dimension de l'arbre. Il est atténué sur les sols les plus fertiles qui caractérisent Dossi. Sur tous les sites, il est lié au stationnement du bétail sous l'arbre. L'arbre relève également le taux d'humidité de l'horizon superficiel du sol sur le site le plus sec de Watinoma.

L'amélioration du rendement en grains des cultures est maximale dans les conditions de site et de climat les plus drastiques, le gain dépassant alors 150 % sous houppier. L'effet augmente avec la dimension de l'arbre, le pic du rendement en grains se situant en limite interne du houppier alors que la production de tiges est maximale près du tronc, zone la plus ombragée. A Dossi, le maïs apparaît plus sensible que le sorgho à l'effet améliorateur de l'arbre qui permet des rendements sous houppier de plus de 40 quintaux/ha. Quant à l'orientation cardinale de l'arbre, aucun effet significatif n'a été mis en évidence.

Un bilan est finalement tiré qui montre qu'à l'échelle de la parcelle, une amélioration de 25 % de la productivité est pour l'exploitant de Watinoma un avantage décisif pour garantir une autosuffisance alimentaire que le parc de Dossi, lui, ne sert plus.

MOTS-CLEFS : FAIDHERBIA ALBIDA, PARC, SYSTEME AGRO-SYLVOPASTORAL, DIAGNOSTIC, REGENERATION, CROISSANCE, PHENOLOGIE, EMONDAGE, FERTILITE, RELATION PLANTE-SOL